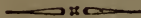
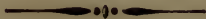
COLLEZIONE
DELL' OPERE
DEL CAVALIERE
CONTE ALESSANDRO VOLTA
PATRIZIO COMASCO

Membro dell' Istituto Reale del Regno Lombardo Veneto, Professore Emerito dell' Università di Pavia, e Socio delle più illustri Accademie d' Europa.

TOMO II. PARTE II.

FIRENZE

NELLA STAMPERIA DI GUGLIELMO PIATTI

MDCCCXVI.

SULL' ELETTRICITÀ
ECCITATA DAL CONTATTO
DE' CONDUTTORI
DISSIMILI.

LETTERE TRE

DIRETTE AL PROFESSOR

GREN DI HALLA

ARTICOLO

DELLA

PRIMA LETTERA (1).

Como 1 *Agosto* 1796.

...... Eccovi a tal proposito una sperienza assai curiosa.

§. I. Riempite una tazza di stagno con acqua di sapone, con latte di calce, o meglio con una lisciva discretamente forte, indi avendo impugnata codesta tazza con una od ambedue le mani umettate d'acqua semplice, intingete l'apice della lingua nel liquore: vi farà sorpresa l'inaspettata sensazione, che proverà la vostra lingua di un *sapore acido* al contatto del *liquore alcalino*. Un tal sapore agro vi si farà sentire deciso, ed anche forte per alcuni istanti; ma poco a poco andrà cambiandosi in un sapore differente, più salato e piccante che acido, tantochè alla fine diverrà acre e del tutto alcalino, a misura che il liquore penetra la

(1) Estratto dagli Annali di Chimica del Sig. Brugnatelli Tom. 13 pag. 226. Ann. 1797.

lingua, e che l'attività del sapore suo proprio, la sua azione chimica più fortemente spiegata la vince da ultimo sopra la sensazione di sapore acido cagionata dalla corrente di fluido elettrico, che va dall' interiore della tazza di stagno al liquore contenuto, entra per la punta della lingua, ed attraversando questa, e parte della persona, ritorna al medesimo metallo, ripassa nel liquore ec. e mantiene per tal guisa una circolazione perpetua.

§. II. Gli è così, che io spiego questo curioso fenomeno secondo i miei principj già esposti in altri scritti: e di vero non può trovarsi altra spiegazione. Tutto infine conferma ciò che ho avanzato e provato in mille maniere, cioè: che il combaciamento di *conduttori diversi*, singolarmente dei conduttori metallici, compresevi le piriti e altre miniere, e il carbone di legna, che ripongo tutti nella medesima classe de' conduttori metallici, e chiamo conduttori secchi, o di prima classe, il combaciamento, dico, di cotai conduttori fra loro e con altri conduttori umidi, o contenenti qualche umore, che assegno ad una seconda classe, scuote, spinge, incita in qualsisia modo il fluido elettrico. Non mi domandate per anco il come ciò siegua: basta al presente, che questo sia un fatto, e un fatto generale.

§. III. Questo incitamento, questa mossa, che vien data al fluido elettrico in virtù di tali combaciamenti, sia attrazione, ripulsione, o impulso qualunque, è differente o ineguale sì per i differenti metalli, che per i differenti conduttori umidi, di maniera che se non

la direzione, almeno la forza con cui viene spinto o sollecitato il fluido elettrico è differente, quì dove il conduttore A si applica al conduttore B, e là dove si applica a un altro C. Tutte le volte adunque che in un circolo compito di conduttori se ne trovi od uno della seconda classe interposto a due della prima differenti fra loro (uno o più corpi acquosi comunicanti, i quali propriamente non ne formano che uno, fra due metalli di differente specie, per es. argento e piombo, che comunicano immediatamente fra loro, o per mezzo di altri metalli), o reciprocamente uno della prima classe interposto a due della seconda pur diversi fra loro (e. g. un pezzo d'argento, di stagno, o di zinco fra l'acqua od un corpo imbevuto d'umor acquoso da una parte, ed un liquore mucillaginoso, saponaceo o salino dall'altra) in tutti, dico, questi casi si stabilirà, giusta la forza prevalente in un senso o nell'altro, una corrente elettrica, una circolazione di questo fluido da destra a sinistra, o da sinistra a destra; la qual corrente non cesserà, che interrompendo il circolo, e cessata si ristabilirà tosto, e tutte le volte, che il detto circolo sarà di nuovo completato ec.

§. IV. Queste due maniere o combinazioni opposte amo di rappresentarle colle figure simboliche o tipi quì annessi (fig. 1 e 2), in cui le lettere majuscole indicano i differenti Conduttori o *Motori* della prima classe, e le minuscole quelli della seconda classe.

§. V. È chiaro per se ed è quasi inutile ch'io vi

faccia rimarcare, che se il circolo è formato di due sole specie di Conduttori, per quanto differenti essi sieno e qualunque sia il Numero de' pezzi di cui ciascuno di essi è composto (fig. 3, 4, 5 e 6), due forze eguali trovandosi allora in opposizione, cioè il fluido elettrico venendo spinto o sollecitato egualmente in due sensi contrarj, non può determinarsi alcuna corrente da destra a sinistra, o da sinistra a destra, capace di eccitare alcuna sensazione o moto muscolare.

§. VI. Ma neppure facendo entrare nel Circolo tre o più conduttori diversi, e d'ambe le classi, si ottiene sempre e in tutti i modi l'aspettato effetto del sapor sulla lingua, delle convulsioni nella rana ec., giacchè vi hanno delle combinazioni in cui le forze controbilanciandosi egualmente che ne' casi del §. precedente, non ha luogo alcuna corrente elettrica, almeno tale, che possa fare impressione sopra i nervi i più delicati, o eccitare convulsioni nella rana la meglio preparata compresa nel Circolo, tuttochè v' intervengano due o più metalli differenti. Ciò accade allorquando ciascuno dei metalli trovasi interposto a due conduttori umidi, ossia della seconda classe, e presso a poco della medesima specie, come nella (fig. 7), od anche quando entrino nel circolo conduttore tre pezzi, due dello stesso metallo, ed uno di un altro, combinati in maniera, che questo trovisi interposto a que' primi, come nella fig. 8.

§. VII. Che se il pezzo metallico intermedio A, applicato immediatamente con un capo a l'uno

dei due pezzi Z, non venga a toccare immediatamente l' altro Z, ma bene coll' interposizione di un Conduttore della seconda classe qualunque sia, grande o piccolo, sia e. g. uno strato, ed anche una semplice goccia d' acqua, di scialiva, di sangue, un pezzo di carne umida, cruda o cotta, di fungo non secco, di gelatina, di colla di farina, di sapone, di formaggio, di bianco d' uovo liquido o indurito; in questa nuova combinazione rappresentata dalla fig. 9 siccome un Conduttore della seconda classe, *a*, si trova interposto ai due della prima A Z, intanto che l' altro Z tocca immediatamente lo stesso A, le forze non trovandosi più controbilanciate, come nel caso precedente della fig. 8, ciò basta perchè venga mosso il fluido elettrico, e tratto in giro: che però se *r* (fig. 9) sia una rana preparata, verrà violentemente scossa tutte le volte che compirassi un tal circolo.

§. VIII. Vi è facile, Signor mio, di scorgere, che queste ultime sperienze dinotate dalle figure ossia tipi 8 e 9 rivengono a quelle pubblicate dal Consigliere Humboldt, in cui una gocciola d' acqua o un pezzettino di carne fresca, e fino uno strato sottilissimo di umore qualunque, l' alito solo della bocca, fanno tutta la magìa: sperienze ch' egli descrive in una sua Lettera al Professore Blumenbach in Giugno 1795, la quale si trova inserita nel vostro esimio Giornale di Fisica (1) Tom. II,

---

(1) News Journal der Physik herausgegeben von D. Fiederich Albrecht Carl Gren, Professor zu Halle. Leipzig: 1795.

pag. 115, sperienze finalmente, che dedotte dai miei principj, e diversificate in mille maniere, mi erano familiari già da alcuni anni.

§. IX. Che se s' interponga un' altra goccia d'acqua o un conduttore qualunque acquoso ossia di seconda classe, fra l' altro capo di A, e l'altro pezzo corrispondente di Z; onde risulti la fig. 10, allora ciascun pezzo metallico trovandosi isolato, voglio dire compreso tra due conduttori acquosi, ecco di nuovo le forze da destra a sinistra, e da sinistra a destra contrabilanciate da per tutto, ecco impedita perciò la corrente elettrica; e conseguentemente la rana, che può essere uno o l'altro dei tre conduttori di seconda classe *a a r*, o farne parte, restarsene immobile.

§. X. È dunque di assoluta necessità per ottenere le convulsioni nella rana, il sapore sulla lingua, la sensazion di luce nell' occhio ec.: che i due metalli o conduttori della medesima classe, diversi tra loro si trovino in contatto immediato da una parte, che formino insomma un arco metallico eterogeneo continuo, e che tocchino da un'altra parte ciascuno, e serrino in mezzo quello o que' conduttori della seconda classe che formano l'altro arco.

§. XI. Dopo aver veduto ciò che succede impiegando, ossia facendo entrare nel circolo tre pezzi metallici, ossia conduttori della prima classe, due della medesima specie, ed uno differente, combinati or in una maniera, or in un' altra con dei conduttori di seconda classe, vediam ora ciò che debba accadere secondo i miei principj con quattro

pezzi metallici, due di una specie, e. g. d'argento, e due d'un'altra, e. g. di zinco, secondo che vengano a variarsi similmente le combinazioni dei conduttori umidi. Non è difficile il comprendere, ed io l'indovinai bentosto, che se tai quattro pezzi metallici venissero disposti nel circolo come nelle fig. 11 e 12, le forze che tendono a smuovere e mettere in corrente il fluido elettrico trovandosi in opposizione e perfettamente controbilanciate, non verrebbe punto commossa la rana formante o tutto o parte dei conduttori umidi in tal circolo, per eccitabile che ella fosse, e ben preparata: previdi, dico, ciò; e le sperienze fatte con esattezza, e le attenzioni necessarie, soprattutto che i metalli siano ben asciutti e netti nei punti in cui vanno a toccarsi, hanno pienamente confermato la mia predizione; le rane sottoposte alle prove nell'indicato modo delle fig. 11 e 12 non han sofferto alcuna scossa, alcun movimento convulsivo.

§. XII. Al contrario questi moti e contrazioni si sono sempre manifestati, come io lo prevedeva conforme a' miei principj, tutte le volte che ho soppresso uno dei quattro pezzi metallici, o che ne ho cambiato la disposizione, come nelle altre figure seguenti di cui tosto ci occuperemo. Gioverá qui intanto accennare alcune cose intorno alla varia maniera di eseguire queste e simili sperienze.

§. XIII. I conduttori della seconda classe dinotati in tutte le antecedenti figure, e nelle altre appresso dalle lettere *a*, *r* od altre minuscole, possono essere delle tazze d'acqua, in cui peschino rispettiva-

mente la lamina o verghe metalliche dinotate dalle lettere majuscole A Z od altre; possono essere delle spugne, pezzi di corda, di pelle, di cartone o altri corpi imbevuti bene di umore acqueo; essere grandi, piccoli o piccolissimi; composti d'uno o di più pezzi, purchè contigui; possono essere delle persone, purchè le mani che s'intrecciano trovinsi abbastanza umide ec. ec. In quest' ultima maniera le sperienze riescono belle oltremodo e dilettevoli, cioè formando il circolo di tre o più persone (io ne ho fatto a maggiore stupore con una corona di 10, 15, 20 persone), d'una o più rane ben preparate ec. inserite convenientemente nell' istesso circolo o catena di persone, e di quattro pezzi metallici, due d'argento, e gli altri due di ferro, o meglio di stagno, e assai meglio ancora di zinco: riescono, dico, le sperienze al sommo curiose; e la diversità de' resultati, il totale cambiamento secondo che si variano semplicemente le combinazioni, dal massimo effetto cioè al nullo, è cosa affatto sorprendente.

§. XIV. Sia dunque la disposizione come nella fig. 12 in cui *r* sarà la rana preparata sospesa quinci pe' piedi e quindi pel tronco dalle mani di due persone *pp*: ZZ siano due verghe di zinco impugnate da queste medesime persone: A A due lamine d' argento impugnate da una terza persona marcata anch' essa *p* (*a*). Non vuole scordarsi, che le mani

(*a*) Si comprende tosto che questa fig. 12 presenta

debbono essere tutte ben umide, giacchè la pelle asciutta non è quanto conviene buon conduttore. Or dunque in questa combinazione le azioni dei motori elettrici trovandosi opposte, ed esattamente controbilanciate, siccome è facile di rilevare dall'ispezione sì di questo, che dell' antecedente tipo (fig. 11 e 12), niuna scossa, niuna convulsione nella rana, conforme già si è detto (§. 11).

§. XV. Adesso lasciando a suo luogo una delle due combinazioni de' metalli dissimili A Z, mantenendoli al loro mutuo contatto, e interposti come stanno fra le due persone *p p*, o ad altri conduttori umidi quali essi siano, si venga a invertere la posizione dei due altri pezzi A Z, cambiando la fig. 12 nella 13 (con che le azioni moventi l'elettricità, invece di opporsi, cospireranno a spingere il fluido elettrico nello stesso senso a produrre la medesima corrente): oppure s'interponga in un luogo o nell'altro tra A e Z un'altra persona, od un conduttore qualunque della seconda classe, in guisa che la catena risulti come nella fig. 14 o in altra maniera, senza aggiungere nulla, si levi invece dalla fig. 12 uno de' pezzi A od uno dei Z, in modo di ridurre la catena come stà nelle fig. 15 e 16 o in altra ma-

---

l'istesso caso della fig. 11, ed è in fondo tutt'uno che fra Z e Z trovisi interposto il solo conduttore umido o di seconda classe *r* (fig. 11) o i tre *prp* (fig. 12) che uniti ne formano parimenti uno solo, sendo essi egualmente conduttori acquei.

niera ancora si levi tutt' intera una delle due coppie AZ, come rappresenta la fig. 17 (che riviene infine al caso della fig. 1, tutta la catena *p*, *r*, *p*, *p* potendo essere considerata come un sol conduttore umido, o di prima classe): in tutte queste combinazioni indicate dalle fig. 13, 14, 15, 16 e 17 l'azione, che risulta dai contatti metallici non sarà più contrariata o controbilanciata, come lo era nelle fig. 11 e 12, e per conseguenza la corrente elettrica si stabilirà; e la rana, che suppongo ben preparata e compresa nelle anzidette catene, sarà scossa tutte le volte che il circolo trovandosi in qualsisia luogo interrotto, massime tra metallo e metallo, si verrà a compirlo esattamente.

§. XVI. Quanto all' esperienza di separare qualunque delle due coppie AZ, cioè d' interporre fra l'uno e l' altro metallo diverso un conduttore umido, o di seconda classe (fig. 14), è bastante all' uopo, come ho già fatto osservare per la fig. 9 (§. 1.) una goccia d'acqua, un pezzetto di spugna bagnata, di carne fresca, di sapone umido, un sottile strato di qualsivoglia fluido, o materia viscosa ec. Questa esperienza sorprendente io soglio farla impiegando per uno dei pezzi d' argento un cucchiajo o tazza contenenti dell' acqua, e facendo che la persona che tiene la lamina o verga di zinco (di stagno, o di ferro) ben secca e netta, tocchi con codesto metallo diverso ora le pareti asciutte di tal cucchiajo o tazza d' argento, ora l' acqua contenutavi. Egli è veramente sorprendente e curioso il vedere, che mentre questa seconda maniera, di toccare cioè

l'acqua, non manca mai di scuotere vivamente e far balzare la rana preparata a dovere, l'altra di toccare col zinco immediatamente l'argento (la qual maniera riviene al caso della fig. 12), non eccita alcun moto nell'animaletto; salvo che siavi per accidente qualche piccola goccia, od un sottile strato di umidità, di viscosità ec. che interpongasi al luogo del contatto de' due metalli: ciò che riconduce il caso della fig. 14.

§. XVII. Questo v'insegna con qual attenzione e cura scrupolosa debbono esser fatte queste sperienze, per evitare degli errori, e degli equivoci troppo facili a nascere, e che potrebbero far comparire pieno di anomalie e d'incertezze quello che pure è perfettamente conforme ai principj da me stabiliti.

§. XVIII. Che se io separo un dall'altro coll'interporvi dell'acqua, o qualche corpo umido, grande o piccolo che sia, non solamente i metalli dell'una coppia A Z, come nella fig. 14, ma ben anche i due dell'altra simile coppia, come rappresenta la fig. 18, allora ciascun pezzo di metallo trovandosi frapposto a dei conduttori umidi simili, con che le azioni quali esse sieno, che ciascuno di quelli esercita contro questi debbono venir quinci e quindi bilanciate; in somma non avendo luogo alcun contatto mutuo di metalli diversi, ciò che abbiam veduto (§. 10.) essere necessario per eccitare la corrente elettrica, quando appunto gli altri conduttori umidi sono o simili affatto, o poco dissimili fra loro, ecco di nuovo che la rana non è punto commossa.

§. XIX. Non voglio trattenervi più a lungo intorno a simili combinazioni, che si possono variare all' infinito con un maggior numero di pezzi metallici, di due, di tre, e più specie ec., e in cui si potranno facilmente predire gli eventi, o almeno si troveranno sempre, dietro un attento esame, consentanei ai principj stabiliti. Mi basta al presente di conchiudere, che se in un circolo composto di *due conduttori* soli, per differenti ch' essi sieno, i contatti mutui non possono occasionare alcuna corrente elettrica valevole ad eccitare nè sensazione, nè moto muscolare (§. 5.); e se al contrario quest' effetto ha luogo infallibilmente tutte le volte che entrano nel circolo *tre conduttori*, uno d' una classe, e due dell' altra parimenti diversi fra loro, e posti a mutuo contatto (§. 3.), effetto tanto più forte, quanto questi son più diversi tra loro; negli altri casi, in cui entrino più di tre conduttori diversi, l' effetto ha o non ha luogo, giunge a tale o tal grado, secondo che in differenti combinazioni le forze che si spiegano a ciascun contatto eterogeneo, e delle quali molte si trovano in opposizione spingendo, sollecitando il fluido elettrico in senso contrario, secondo, dico, e a misura che tali forze trovansi controbilanciate (il caso di un perfetto equilibrio si comprende che dev' essere molto raro), ovvero che la somma di quelle tendenti e cospiranti ad una direzione supera la somma di quelle tendenti alla direzione contraria.

§. XX. Ma lasciando le combinazioni troppo complicate, e ritornando ai casi più semplici, e

perciò più dimostrativi dei *tre conduttori diversi* gioverà qui osservare che la maniera rappresentata dalla fig. 1, cioè di due metalli o conduttori di prima classe di differente specie, addotti ad un contatto immediato tra loro, ed applicati d' altra parte a dei conduttori umidi, o di seconda classe, in modo da formare tutt' insieme un circolo, codesta maniera è quella, che si è praticata comunemente dal principio del 1792 fino ad ora dietro le scoperte di Galvani, e dietro ciò che da me è stato consecutivamente aggiunto alle medesime giusto per rapporto a una tale differenza dei metalli, da cui come sapete io faccio dipendere tutto il giuoco in tali sperienze, e non da un' elettricità propriamente organica, come han preteso i Galvaniani.

§. XXI. L' altra maniera, che è l' inversa della prima, e di cui si ha il tipo nella fig. 2, cioè di un sol metallo interposto a due conduttori umidi diversi, es. gr. a dell' acqua semplice, o corpo imbevuto d' acqua da una parte, e ad un liquore mucoso, saponaceo, o salino dall' altra; quest' altra maniera io non l' ho scoperta propriamente e ben stabilita, che nell' autunno del 1794, e quantunque io ne abbia mostrato dopo tal tempo le sperienze moltiplici e in cento modi variate a molti, tanto nazionali, che forastieri, fra' quali al Cons. Humboldt più sopra nominato (§. 8.), il quale ha fatto parte di alcune in un altra sua lettera al medesimo Prof. Blumenbach del 26 Agosto 1795, inserita egualmente nel II Tomo del vostro

nuovo giornale Parte IV, pag. 471, quantunque io ne abbia scritto a varj de' miei corrispondenti, e pubblicate anche alcune lettere, in cui la cosa è chiaramente annunziata; non ho ancora posto questo nuovo soggetto in quel lume, che merita: ciò che mi propongo di fare in parte adesso, e più ampiamente a migliore opportunità.

§. XXII. Or bene, l'esperienza singolare, che vi ho descritta al principio (§. 1.), del sapore acido eccitato sulla punta della lingua al primo suo toccare nelle date circostanze un liquor alcalino, appartiene, come vedete, a questa seconda maniera (§. prec.) d'incitare e mettere in circolo il fluido elettrico, la tazza di stagno venendo toccata al di fuori dalla mano bagnata d'acqua e al di dentro dal liquor alcalino (§. 1.); e mostra che questa corrente elettrica, producendo un tale e tanto effetto, non è men forte e attiva, anzi supera per avventura quella, che si eccita nella prima maniera, cioè coll' impiegare due metalli sufficientemente ben assortiti, come sarebbe piombo e rame, ferro e argento, zinco e stagno, e interporre ai medesimi de' semplici conduttori acquei.

§. XXIII. Aggiungerò quì, che se allo *stagno* solo frapposto all' *acqua* e ad un *liquore alcalino* si eguaglia quasi l'effetto che producono due metalli i più diversi fra loro in ordine a tal virtù elettrica, come *argento* e *zinco*, ai quali trovinsi come diceva, interposti dei *Conduttori acquei*, si può un effetto egualmente forte, ed anche più forte ottenere col ferro solo, o coll' argento solo, frapponendo

cioè il *ferro all'acqua* da una parte e ad *ossinitrico* dall'altra, e per l'*argento* frapponendolo ad *acqua*, e ad un solfuro in liquore.

§. XXIV. Così dunque una rana decapitata, e finita di trucidare col passarle uno stecco per entro e tutt' al lungo della midolla spinale, immergetela, senza prepararla altrimenti, senza sventrarla, senza neppure scorticarla, in due bicchieri d'acqua, cioè parte del tronco in uno, e parte delle gambe nell' altro, al solito: ella sarà vivamente scossa, e soffrirà violenti sbattimenti tosto che voi stabilirete una comunicazione fra le acque dei due bicchieri mediante un arco formato da due metalli molto diversi, come argento contro stagno o piombo, o meglio argento contro zinco. Non così se i due metalli saranno meno diversi, come oro e argento, argento e rame, rame e ferro ec. Con questi metalli non abbastanza diversi si scuote benissimo una rana sventrata, e meglio se preparata di tutto punto, in guisa cioè, che le gambe tengano al tronco per i soli nervi crurali; ma non la rana intiera, o scema soltanto del capo. Ma che? si scuoterà assai bene codesta rana sì poco preparata avvengachè se voi tufferete in uno dei due bicchieri d'acqua l' estremità d' un arco di zinco, o di stagno nudo, o bagnato d'acqua, e nell' altro bicchiero l'altra estremità dell' istesso metallo sporcato a bella posta d'una goccia d'alcali: meglio poi, e più che coll' arco formato de' due metalli zinco e argento, se voi fate l' esperienza con un arco di ferro solo, un capo del quale sia rivestito d'un sottile strato, o

tenga una goccia d' ossinitrico: e meglio ancora, in modo di sorpassare ogni aspettazione, se voi prendete un' arco d' argento intriso in una delle estremità di solfuro di potassa.

§. XXV. La fig. 19 vi presenta il tipo di questa sperienza, in cui *r* è la rana, *b*, *b*, i due bicchieri d' acqua, M M l' arco di un sol metallo, ed a la goccia, o sottile strato di umor mucoso, salino ec. di cui è intonacato un capo di tal arco, ossia che s' interpone da questa parte tra il metallo e l' acqua.

§. XXVI. Quando il liquore diverso dall' acqua è tale che le gambe, o il tronco della rana soffrono d' esservi immersi senza danno o guasto presentaneo, senza che ne vengano gravemente offese o disorganizzate le parti, sarà forse più a proposito, e l' esperienza riuscirà in certo modo più parlante, se si verrà a farla empiendo uno de' due bicchieri di esso liquore, e immergendovi a dirittura quella parte che si vuole della rana, mentre l' altra s' immergerà nell' acqua dell' altro bicchiere. Allora l' arco di un sol metallo, che con un capo s' intinga in uno de' due fluidi (quanto più profondamente, ossia in modo di combaciarlo con più ampia superficie, tanto meglio), e coll' altro capo venga a combaciare l' altro fluido, compiendo così il circolo, darà mossa alla corrente elettrica, ed alle convulsioni della rana, egualmente o meglio, che nel modo quì sopra descritto (§. 24, 25).

§. XXVII. L' esperienze riusciran meglio ancora servendosi di un arco sibbene di un sol metallo, ma di due pezzi, ciascuno dei quali tengasi immer-

so nel rispettivo liquore, tantochè lo tocchi in molti punti, e si adducano indi tali due pezzi al mutuo contatto: il quale contatto basta, ed è presso a poco indifferente in queste e simili sperienze, che succeda fra metallo e metallo in molti o pochi punti, essendo questi conduttori eccellenti.

§. XXVIII. Ma non è già indifferente il più o men ampio contatto de' metalli coi conduttori umidi, o di seconda classe molto meno perfetti dei primi; e più ancora si ricerca esteso per i conduttori di detta seconda classe fra loro; come pure che tutta la lunghezza, o serie di tai conduttori, presenti un largo continuo canale, acciò libera passi la corrente elettrica. Quindi è, che fuori dei nervi, o di quelle parti dell'animale, ove si cerca che passi appunto raccolta o ristretta tal corrente, acciò ne vengano quelle viepiù stimolate, fuori, dico, di cotal passaggio, che vuol essere stretto anzi che nò, in tutto il rimanente della strada o catena de' conduttori umidi, dee procurarsi una sufficiente larghezza.

§. XXIX. Ritornando dopo questa breve non inutile digressione al proposito dei liquori diversi, se in alcuni possono benissimo venir tuffati i membri della rana, senza che ne riportino di presente grave offesa, come nell'acqua leggermente salsa, nella saponata, nel vino ec., non lo possono certamente in altri quali sono i forti acidi, e gli alcali, massime caustici, che ne distruggono l'organizzazione, ed altri liquori salini che pure l'intaccano, e la guastano in poco tempo. Volendo

dunque fare le sperienze con questi liquori, uno de' modi ch' io pratico si è di porre la rana a bagno, secondo il solito, ne' due bicchieri d'acqua, e di far comunicare uno di questi per mezzo di un terzo conduttore umido, o di seconda classe, con un terzo bicchiere pieno di quel tal liquore, acido, alcalino, o qualunque sia. Codesto conduttore intermedio, che stabilisce e mantiene la comunicazione dell'uno de' due primi col terzo bicchiere, formando come un altro ponte, simile a quello che forma dal primo al secondo bicchiere la rana, può essere una corda, una pelle o un cartone bagnati, un pezzo di carne, di tendine, o grossa cartilagine di un qualche animale, freschi o succulenti, una fetta di zucca, di melone o di altro frutto succoso, oppure di polenta, di ricotta ec. ogni corpo insomma può servire, purchè sia abbastanza buon conduttore, o abbastanza grosso o largo per dar libero passaggio alla corrente elettrica, giusta quanto ho fatto quì sopra osservare (§. prec.): la quale corrente viene determinata e mossa ogni qualvolta intingo un capo dell'arco metallico, sia nel bicchiero in cui pesca il tronco della rana, sia in quello in cui pescano le gambe, pieni ambedue d'acqua, e l'altro capo pur dell'istesso metallo l'intingo nel terzo bicchiere comunicante con uno di quelli e contenente il liquor salino, od altro diverso dall'acqua.

§. XXX. Talora anche metto in opera quattro o più bicchieri, disponendoli in modo, che i due pieni d'acqua addosso ai quali sta la rana al soli-

to, pescando col tronco nell' uno, e con una od ambe le gambe nell' altro, comunichino ciascuno, per mezzo similmente di conduttori di seconda classe, con altri bicchieri contenenti liquori diversi e dall' acqua e tra loro; e facendo le prove coll' arco di un sol metallo, oppure di due pezzi, ma dello stesso stessissimo metallo, ottengo le convulsioni nella rana tutte le volte, che tocco cogli estremi di tal arco due liquori abbastanza diversi, e non mai quando tocco i simili; a meno che una di tali estremità dell' arco trovisi per sorte intrisa di un liquore diverso da quello cui bacia l' altra estremità.

§. XXXI. Come però basta di una goccia, o sottil tonaca di quel qualunque liquore, che ricopra o veli un' estremità dell' arco metallico omogeneo; e che allora servono assai bene i due soli bicchieri d' acqua, in cui pesca la rana; soglio più frequentemente fare le sperienze in questa maniera, che è quella già sopra descritta (§. 24, 25); giacchè oltre al riuscire più comode ed anche più sorprendenti, si possono più facilmente e con maggiore speditezza variare. Ci tratterremo dunque di più intorno a questa maniera.

§. XXXII. Le differenze considerabilissime riguardo alla quantità ossia forza degli effetti prodotti nelle prove, di cui si è parlato nel §. 24 vi indicano di già, che se per un dato metallo la corrente elettrica eccitata dai contatti è la più forte allorchè questo metallo combacia un tal liquore da una parte e un tal altro dall' altra, per un altro

metallo sono altri liquori, che fanno il maggior effetto: in guisa, che per ciascun metallo vuolsi costrurre per via di sperienze una scala particolare, nella quale sian collocati gli conduttori umidi, o di seconda classe, secondo l' ordine de' più o meno attivi. Io mi sono molto occupato in questi ultimi due anni di tal oggetto, e ho digià sbozzate molte di queste scale, che pubblicherò tosto che le abbia un poco più perfezionate.

§. XXXIII. Per darvene quì intanto qualche saggio vi dirò, che ad oggetto di classificare in qualche maniera la varietà immensa di questi conduttori umidi, io li distinguo in umori acquosi, spiritosi, mucosi e glutinosi, zuccherosi, saponacei, salsi, acidi, alcalini, solforosi; suddividendo gli acidi in ciascuno degli acidi minerali più conosciuti (giacchè questi mi presentano, singolarmente l' ossinitrico, e l' ossimuriatico, grandi differenze negli effetti di cui si tratta, e ne' rapporti coi diversi metalli), e così anche nei principali del regno vegetabile, compresovi l' ossigallico, o principio astringente: come pure suddivido i liquori salini composti, secondo che sono soluzioni di sali neutri, terrei, e più particolarmente metallici.

§. XXXIV. Allorchè si è potuto determinare in qual ordine tutti questi generi e specie di liquori stanno, ossia qual posto tiene ciascuno riguardo alla virtù di cui si tratta rispetto al metallo A, quale rispetto al metallo B ec., si è condotto a indovinare presso a poco qual rango deve essere assegnato a un gran numero d' altri umori più ete-

rogenei, sia minerali, sia vegetabili, od animali, che partecipano a molti di tai gen eri e specie, e secondo che vi partecipano.

§. XXXV. In generale l'ordine, che è osservato per la maggior parte dei metalli, è questo: 1.° l'acqua pura: 2.° l'acqua mescolata con argilla, o creta, ossia una poltiglia semifluida di queste terre, la quale comincia già ad avere un azione abbastanza diversa dall' acqua semplice, per produrre, facendo l'esperienza coi due bicchieri nel modo quì sopra descritto (§. 23, fig. 19) e un arco di stagno o di zinco, delle convulsioni in una rana compitamente preparata e sommamente eccitabile): 3.° una dissoluzione di zucchero: 4.° l'alcool, e gli eteri: 5.° il latte: 6.° gli umori mucillaginosi: 7.° i glutinosi animali: 8.° diversi vini: 9.° l'aceto e altri sughi vegetabili: 10.° la scialiva: 11.° il muco delle narici: 12.° il sangue: 13.° l'orina: 14.° l'acqua salata ben carica: 15.° le soluzioni di sapone: 16.° gli acidi minerali: 17.° il latte di calce: 18.° una forte lisciva: 19.° una soluzione satura di potassa, e altri liquori alcalini concentrati: 20.° il solfuro di potassa, ed altri solfuri, o fegati di solfo.

§. XXXVI. Ma, torno a dire, quest' ordine non si osserva sempre tale per tutti i metalli: esso varia considerabilmente, soprattutto rispetto ai solfuri, ai liquori alcalini, e agli ossinitrico o ossinitroso, e ossimuriatico.

§. XXXVII. Quanto ai metalli, che frapposti a questi differenti liquori trovansi più o meno di-

sposti, ossia producono in un grado maggiore o minore l'effetto elettrico, di cui si tratta, ho trovato che in generale lo stagno prevale a tutti, fin anche al zinco, e che l'argento è inferiore a tutti, eccetto però che l'uno dei liquori, fra i quali la lamina od arco d'argento trovasi interposto, essendo acqua, od un conduttore acquoso qualunque, l'altro sia un solfuro; poichè in tal caso l'argento è di molto superiore allo zinco, e allo stagno medesimo. Così pure il ferro fa molto più d'ogni altro metallo, se toccando con un capo dell'acqua semplice, o un conduttore imbevuto d'umore acqueo, tocca coll'altro capo dell'ossinitroso, fosse anche una sol goccia: l'effetto cagionato in questi due casi, cioè con un arco tutto d'argento, di cui un capo sia intonacato di fegato di solfo, o con un arco di ferro bagnato in una delle estremità di ossinitrico, sia anche una sol goccia, è sorprendente, superando, come ho già fatto osservare (§. 23, 24), l'effetto che si produce alla maniera ordinaria, col mezzo cioè di un arco metallico doppio, e sì anche formato dei metalli quanto più diversi tanto più potenti, quali sono sopra tutti l'argento e il zinco, qual arco si applichi a conduttori della seconda classe della medesima specie, o poco diversi fra loro, cioè più o meno acquosi. L'effetto è ancora molto forte, capace di produrre delle convulsioni in una rana preparata soltanto a metà, e neppure sventrata, allorchè uno dei due conduttori umidi è una soluzione alcalina satura, l'altro acqua pura o quasi pura, e che il

solo e semplice metallo interposto, che fa officio d'arco, è zinco, o meglio stagno. Cogli altri metalli, e cogli altri liquori è raro di potere eccitare le convulsioni nella rana se ella non è compitamente preparata, cioè in guisa che le gambe tengano al tronco per i soli nervi ischiatici, o almeno almeno sventrata.

§. XXXVIII. Comprenderete tosto, che se l'arco di un sol metallo venga a toccare sì coll'uno che coll'altro capo la medesima acqua salata, il medesimo acido, il medesimo liquor alcalino, ec.; la corrente elettrica non potrà aver luogo, più che se il medesimo arco toccasse da una parte e dall'altra a dell'acqua semplice. Vi hanno in questo caso due azioni opposte che si contrabilanciano. Affine però che risulti da tal opposizione un equilibrio esatto è d'uopo, che il liquore applicato ai due capi dell'arco metallico omogeneo sia perfettamente della medesima specie, e della medesima forza. Ecco perchè si ricerca una scrupolosa attenzione, ed una certa destrezza per ben riuscire in questa sorte di sperienze, che io ho sovente mostrate e in privato e in pubblico, a grande stupore degli spettatori, e che sarà facile anche a voi di ripetere, come l'ha già fatto il nostro comune amico Humboldt. Egli ha succintamente riportato nella 2.ª Lettera sopra citata (§. 21) alcune di queste sperienze le più rimarcabili e decisive, che io gli avea mostrate quì in Como non molto prima, e le quali passo a descrivervi un poco più ampiamente.

PROVA I.

§. XXXIX. Trovandosi la rana preparata compitamente, o solo a metà, e a bagno ne' due bicchieri d' acqua nella solita maniera; prendete un arco d' argento ben netto (è bene lavarne diligentemente le estremità nella stessa acqua de' bicchieri) e tuffate i due capi simultaneamente, ed uno dopo l' altro nei due bicchieri: niuna commozione niun subsulto nei membri della rana.

PROVA II.

Ripetete l' esperienza dopo avere sporcata una delle estremità dell' arco con del bianco d' uovo, della colla liquida, della scialiva, del muco, del sangue, dell' aceto, del succo di qualche frutto, dell' acqua di sapone, della soluzione di potassa od altro liquore, o sostanza conduttrice notabilmente diversa dall' acqua pura: tuffate per il primo l' altro capo netto o bagnato di semplice acqua, nell' acqua d' uno de' bicchieri; e in seguito anche questo capo sporco, ossia intonacato di quella delle indicate sostanze, che vi è piaciuto di sciegliere, intingetelo nell' acqua dell' altro bicchiere: voi otterrete infallibilmente forti convulsioni nella rana; e ciò molte volte di seguito ritirando dall' acqua detto capo sporco dell' arco, e portandovelo di nuovo a contatto; fino a che non vi resti più nulla, o quasi nulla di quel liquore o sostanza eterogenea attaccato al

metallo, e questo non tocchi ormai più coi suoi due capi, tanto in un bicchiere quanto nell' altro, che dell' acqua pura o quasi pura.

PROVA III.

Stropicciate e sporcate della medesima sostanza eterogenea i due capi dell' arco, e intingeteli nel medesimo tempo nei due bicchieri d' acqua: niun moto niuna convulsione nella rana.

Qualche volta veramente le otterrete in rane preparate di fresco ed estremamente eccitabili, se il liquido salino, o qualsisia la sostanza di cui sono intrisi i due capi dell' arco, non è perfettamente la medesima; se questa trovasi indebolita o stemperata da una parte più che dall' altra, ec.

PROVA IV.

Lavate e nettate con tutta accuratezza uno dei due capi dell' arco, lasciando l' altro più o meno intriso, e sporco del liquore o sostanza eterogenea: le convulsioni nella rana non mancheranno di ricomparire all' atto di completare il circolo colla immersion e d' ambi i capi di esso arco.

PROVA V.

Finalmente, detergeteli ambedue, ed asciugateli, oppure lavateli e rilavateli nella stessa acqua: niuna convulsione più coll' immersione loro ne' bicchieri, come nella prima prova.

§. XL. Propongo per le prove di confronto or ora descritte i liquori o sostanze viscide piuttosto che le saline, perchè queste dissolvendosi troppo presto nell' acqua, succede qualche volta, che le convulsioni della rana, s' ella è compitamente preparata e molto eccitabile, abbian luogo, malgrado che siansi intrisi del medesimo liquor salino ambedue i capi dell' arco metallico; e ciò perchè tuffandoli un dopo l' altro (e ben si vede ch' egli è pressochè impossibile di farlo nello stesso istante) nei due bicchieri d' acqua, un capo dell' arco perde maggior porzione che l' altro del liquore o sostanza salina aderente, o almeno quella che ritiene trovasi più allungata d' acqua, indebolita od alterata, di modo che egli non è più propriamente il medesimo liquore, che riveste le due estremità dell' arco; e siam quindi nel caso dell' eccezione sovr' accennata nella prova III.

§. XLI. Propongo poi anche l' argento a preferenza degli altri metalli, come uno di quelli che sono meno soggetti ad essere attaccati e alterati dal contatto de' liquori salini. Lo Stagno, lo Zinco, il Piombo, il Rame, l' Ottone, e soprattutti il Ferro sono inoltre suscettibili di contrarre un' alterazione durevole, in guisa che degl' archi di questi metalli e specialmente di ferro, ritengono talvolta lungo tempo la facoltà di eccitare le convulsioni nelle rane di fresco preparate, e al sommo eccitabili, al primo immergere le due estremità di tali archi nei due bicchieri d' acqua, malgrado che si sia presa tutta la maggior cura di lavare e nettare quella parte del

metallo, che tale o tal altro liquore salino avea attaccata. E già basta, come ben comprendete, un'alterazione superficiale. Altronde queste alterazioni del metallo si manifestano sovente all' occhio medesimo con qualche macchia gialla, rossigna, o scura, che difficilmente si può togliere.

§. XLII. Non parlo quì delle alterazioni più profonde e più durevoli, che si possono indurre sull' una o sull' altra estremità dell' arco metallico, singolarmente se di ferro, cambiandone la tempera: mezzo, col quale si può fare, ch' un tal arco semplice, cioè di un solo metallo, sia atto non solamente ad eccitare le contrazioni e subsulti nelle rane preparate di tutto punto, ed anche non finite di preparare; ma perfino le sensazioni di sapore sulla lingua, di chiarore nell' occhio, ec. quantunque non lo si faccia toccare coi suoi due capi perfettamente netti, che a dell' acqua pura. Queste sperienze, e molte altre analoghe han fatto il principale soggetto della prima delle mie Lettere all' Ab. Vassalli Professore di Fisica a Torino scritta nel mese di Dicembre del 1793, e pubblicate in seguito con altre nei Giornali del Prof. Brugnatelli.

§. XLIII. Ma se l' argento è meno soggetto ad essere attaccato dai liquori salini, ed altre sostanze (a riserva dei solfuri, che lo anneriscono al momento), meno suscettibile di contrarre delle alterazioni considerabili e permanenti, e quindi preferibile a molti altri metalli per ciò che meno può dar luogo a delle anomalìe; lo stagno è molto preferibile all' argento, e proporzionatamente agli altri

metalli, per la sua più grande attività, cioè a dire per la forza degli effetti ch' egli produce in virtù de' suoi contatti con quasi tutti i conduttori umidi come ho già fatto osservare (§. 37). L' esperienza descritta al principio di questa lettera, della tazza di stagno piena di un liquore alcalino, e impugnata dalle mani molli di acqua, tale sperienza, con cui si eccita la sensazione di un sapor acido sulla punta della lingua al primo intingerla in detto liquore, n' è una prova, giacchè invano ci aspetteremmo un così grand' effetto da una tazza di Piombo, di Ferro, di Rame, e meno poi d' Argento. Si otterrebbe ben anche da quest' ultima, si sentirebbe il sapor acido deciso e assai forte, se contenesse qualche solfuro in liquore, ma non contenendo de' liquori alcalini.

§. XLIV. Il fluido elettrico è dunque spinto comunemente colla più grande forza e attività allorchè il metallo interposto fra l' acqua, e un liquore alcalino od altro salato, è stagno (§. 37.): esso è spinto ancora tanto validamente da eccitare sulla lingua la sensazione di sapor acido, allorchè il medesimo stagno si trova frapposto all' acqua e ad un liquore mucilaginoso per se stesso insipido: come se si fa l' esperienza colla tazza piena d' una soluzione di gomma, di colla liquida, di chiara d' uovo, ec. Gli altri metalli producono bene anch' essi qualche effetto in simili circostanze; ma più debole, e l' argento meno di tutti (§. cit.).

§. XLV. È abbastanza conosciuta una somigliante sperienza, ch' io aveva immaginata e che mo-

strava a tutto il mondo, ha più di tre anni non già con due liquori differenti e un sol metallo, come nelle sperienze or ora descritte; ma inversamente con due metalli diversi, e un sol liquore. Prendevasi una tazza di stagno, o meglio di zinco, sostenuta da un piede d'argento, e riempivasi d'acqua. Ciò fatto una persona della compagnia intingeva l'apice della lingua in quell'acqua, e la provava affatto insipida, fintantochè non toccava punto il piede d'argento; ma tosto che veniva ad impugnarlo, e a misura che lo abbracciava e stringeva colle sue mani prima ben umettate, eccitavasi sulla lingua tuttora immersa un sapor acido deciso e assai forte.

§. XLVI. L'esperienza riusciva egualmente, a riserva che l'effetto, era a proporzione più debole con una catena di due, tre o più persone tenentisi per le mani immollate d'acqua, la prima delle quali stava immersa la punta della lingua nell'acqua della tazza di zinco, e l'ultima veniva ad impugnare il piede d'argento.

§. XLVII. Or se queste sperienze del sapore prodotto sulla lingua intinta nell'acqua pura, in virtù dei combaciamenti di due metalli fra di loro, e di ciascuno di essi coll'acqua nel divisato circolo conduttore ossia per l'interposizione di uno o più conduttori acquei fra due metalli diversi; se, dico, queste sperienze sono sorprendenti, le altre dei sapori eccitati o cambiati per l'interposizione in vece d'un solo ed unico metallo a due liquori diversi non lo sono già meno, e compajono altronde

più nuove. Queste sperienze divengono poi maggiormente interessanti per ciò ch' elleno ci scoprono la ragione del sapore, che si gusta nell' acqua, e di quello più o meno esaltato od alterato di molti liquori, bevuti questi e quella in tazze di metallo, e specialmente di stagno, piuttosto che in tazze di vetro o di porcellana. Applicando il lembo esteriore della tazza metallica al labbro inferiore umido di scialiva, e prolungando la lingua fino a lambire l'acqua, il latte, la birra, il vino ec. contenuti nella tazza, o veramente inclinando questa, come si fa nel bere, si compie pure il circolo conduttore, in guisa, che il metallo trovasi interposto ed applicato a combaciamento a due umori notabilmente diversi, cioè la scialiva che bagna il labbro inferiore, e l' acqua od altra bevanda contenuta nella tazza. Or bene, tanto basta per dar luogo ad una corrente elettrica per la via di detto circolo; corrente più o meno forte, secondo che i due umori s' incontrano più differenti tra loro; corrente che non può a meno di eccitare alla sua maniera i nervi sensibili del gusto compresi in esso circolo ec.

§. XLVIII. Oltre le due maniere considerate fin quì di eccitare una corrente elettrica, cioè pel mezzo d' uno o più conduttori umidi, o di seconda classe, interposti tra due metalli o conduttori della prima, contigui e differenti fra loro; oppure inversamente per mezzo di un conduttore di questa prima classe frapposto a due della seconda pur differenti e contigui; delle quali due maniere vi

ho espressi i tipi nelle (fig. 1. 2.); oltre queste due, vi ha una terza maniera d'incitare similmente il fluido elettrico, sebbene ciò siegua con molto minor forza, a segno che giunge appena a scuotere una rana compitamente preparata, e fornita ancora della maggior vitalità. Questa nuova maniera consiste a far entrare nel circolo pur anco *tre conduttori diversi*, quantunque tutti della seconda classe, tutti conduttori umidi, senza l'intervento cioè di alcuno della prima, di alcun metallo: ciò che si è creduto fare una forte obiezione e portare un gran colpo ai miei principj.

§. XLIX. La figura simbolica o tipo, che rappresenta corrispondentemente alle due prime questa terza maniera, è la fig. 20. che vuolsi confrontare colle fig. 1. e 2. Nelle sperienze prodotte con tanta aria di trionfo dai *Galvaniani*, e singolarmente dal D.r Valli, in cui compiesi il circolo col solo corpo ossia membri preparati della rana (osservate le fig. 21. analoga alla fig. 20., ma in cui per maggiore chiarezza è in qualche modo delineato il corpo della rana preparata) è una parte delle gamba, e propriamente l' estremità del muscolo gastrocnemio, cioè la sua parte tendinosa dura e lucente; *m* il tronco o i muscoli dorsali, sui quali, oppur sopra i nervi ischiatici *n*, vuolsi ripiegando bellamente essa gamba, appoggiare detta sua parte tendinosa; *s* il sangue o l'umor viscido, saponaceo, salino, interposto al luogo di tal contatto.

§. L. Questa nuova maniera, in cui non entra alcun metallo, o conduttore di prima classe è stata

da me ampiamente esaminata, estesa e spiegata nella terza e quarta Lettera all' Ab. Vassalli, scritte l' autunno e l' inverno scorsi (1), l' ultima delle quali non è stata ancora pubblicata, ch' io sappia nei Giornali, ma fu comunicata egualmente che l' antecedente all' Accademia delle Scienze di Torino. In queste lettere, siccome pure in altre scritte ad altri miei dotti corrispondenti, fo vedere: che non è già indifferente qualunqne parte della gamba e qualunque parte del tronco della rana ben preparata si adducano al contatto; ma che facendosi questo in certi punti succedono le convulsioni, in altri no: che appunto succedono quando, come nella fig. 21., si fa toccare ai nervi ischiatici, od alle carni del tronco l' estremità del muscolo gastrocnemio ove già trasformasi in tendine, oppure l' istesso tendine prolungato; e non mai, o quasi mai, se si fa toccare ai medesimi la parte carnosa e molle dell' istesso muscolo gastrocnemio, o qualsisia parte della coscia: che inoltre è necessario, che trovinsi o l' una o l' altra dalle parti che adduconsi al contatto imbrattate di sangue, o d' altro umore viscido o salino, abbastanza diverso dall' acqua: che perciò ora succedono, ora non succedono le convulsioni nelle rane, comecchè preparate di tutto

---

(1) Per la lett. 3.ª V. la P.ª 1.ª del pres. Tom. pag. 230, la 4.ª per quel che è a nostra notizia non è stata mai pubblicata.

punto ed eccitabilissime: che quando non succedono per mancanza di tal' umore viscido o salino, per esser troppo nette, o lavate le parti; succedono poi dopo averle a bella posta sporcate di sangue o intrise di scialiva, di acqua salata, o meglio di un forte liquore alcalino.

§. LI. Per convincervi quanta sia necessaria questa interposizione di un umore abbastanza diverso dall'acqua tra la parte tendinosa della gamba, e la parte carnosa del tronco, o la molle dei nervi ischiatici, che si adducono al contatto, quanto, dico, sia necessario ad ottenere le convulsioni, che al luogo di tal contatto si frammezzi un tal' umore, vi basteranno le seguenti sperienze.

Avendo preparata appuntino e di fresco una rana, provate se ripiegando una o l' altra gamba della medesima in modo di portare il già nominato tendine in contatto di qualche parte del tronco, o dei nervi crurali, si eccitino le solite convulsioni. Ciò non vi accadrà nè sempre, nè in tutte le rane, sovente però nelle più vivaci, ove rimaste siano dalla preparazione grondanti o imbrattate almeno di sangue. Quando dunque avete una rana così preparata e disposta che alla prova risponda, cioè vi dia le convulsioni, detergetela e lavatela ben bene in acqua pura; ciò fatto mettetela di nuovo alla prova, e non vi riuscirà più di ottenere le convulsioni. Visto questo, bagnate con una o poche goccie di muco, di acqua salata, di lisciva o meglio di potassa sciolta, o la parte del tendine, o quella del tronco, o dei nervi sopra di cui ha da farsi il contatto, e le

convulsioni ricompariranno all' atto di tale toccamento, come prima, e meglio di prima, sebbene trovisi la rana ormai non poco stanca e debilitata.

Riesce egualmente l' esperienza, se invece di bagnare immediatamente le parti delicate della rana col liquor salino, capace di offenderle, massime se egli è un forte alcali, ne inzuppate un pezzetto di spugna, di carta bibula, di esca od altro simile, e postolo in comunicazione o immediata, o mediata per mezzo di un altro umido conduttore, col tronco della rana, adducete poi la gamba della medesima, cioè il solito tendine, al contatto di tale spugna od esca inzuppata di detto liquor salino.

§. LII. Con altre manipolazioni ancora riesce di eccitare le convulsioni nella rana impiegando solamente conduttori umidi o di seconda classe, e niuno della prima, niun metallo: come tenendo immerso il tronco della bestiuola nell' acqua d' un bicchiere o catino, e adducendo quindi al contatto di essa acqua una o l' altra gamba, e propriamente la parte tendinosa tante volte nominata, intrisa del liquor salino: oppure facendo che peschi col tronco in un bicchiere, e colle gambe in un altro, ambedue pieni d' acqua, e compiendo poi il circolo col tenere immerso un dito netto in un bicchiere, e intingere un altro dito sporco sulla punta di alcali od altro liquor salino, nell' altro bicchiere; o invece dei due diti facendo servire d' arco conduttore un pezzo di carne fresca, o un grosso tendine succoso di qualunque animale, una fetta di pomo o d' altro frutto, di polenta, di bianco d' uovo indurito, di cacio, ec., un

estremità del qual arco sia intrisa parimenti d' alcali ec.

Ma assai più di rado si ottengono i moti nella rana con queste preparazioni, che colle altre più semplici descritte ne' precedenti §§.; le quali neppur esse, torniamolo a dire, producono sempre l' aspettato effetto; e quando pure il producono, egli non è che in un grado debolissimo a paragone di quello che si produce, ove nel circolo conduttore entrino o due metalli assai diversi, od un solo ma frapposto a conduttori umidi molto diversi. Infatti abbiam veduto, che sì coll' una che coll' altra di queste due maniere si giunge a scuotere fino una rana non finita di preparare, e neppure sventrata; laddove con soli conduttori umidi, o di seconda classe, siano quanto si voglia diversi, appena si riesce e non sempre (come ho fatto riflettere e quì (§. 48.), e più di proposito nelle citate Lettere al Vassalli) colle rane preparate di tutto punto e di fresco, che siano cioè al sommo grado eccitabili.

§. LIII. Intanto le condizioni richieste anche in queste sperienze coi soli conduttori umidi o di seconda classe, perchè il fluido elettrico sia messo in una corrente valevole a produrre in qualche modo le convulsioni nella rana, sono sempre, che ne entrino nel circolo *tre* o più ben *diversi* tra loro. Ben lungi dunque che si contrastino, e tendano a rovesciare le mie idee e i miei principj, come si è voluto da taluni far credere, servono anzi mirabilmente d' appoggio ai medesimi, venendo ad estendere e generalizzare il principio da me stabilito,

che i conduttori divengano *motori* nei combaciamenti eterogenei, vale a dire di due differenti tra loro; ed a confermare la bella legge, che ne siegue, cioè che fa mestieri ne entrino nel circolo almeno *tre differenti*, perchè si determini una corrente elettrica, ec.

§. LIV. Ecco in che consiste tutto il secreto, tutta la magìa del *Galvinismo*. Ella è semplicemente un' elettricità artificiale, che vi giuoca mossa dai contatti di conduttori diversi. Sono questi che propriamente agiscono i veri originarj *motori*: nè tal virtù compete a soli metalli, o conduttori di prima classe, come avrebbe forse potuto credersi, ma a tutti generalmente, più o meno, secondo la varia lor natura e bontà, e però in qualche grado anche ai conduttori umidi, o di seconda classe. Attenetevi a questi principj e voi spiegherete chiaramente tutte le sperienze fatte fin quì; senza dover ricorrere ad alcun altro principio immaginario d' una elettricità animale propria e attiva degli organi, voi ne inventerete anzi delle nuove, e ne predirete il succeso, come ho fatt' io, e continuo a fare tutti i giorni: abbandonate questi principj o perdeteli di vista, e non troverete più in questo sì vasto campo di sperimenti, che incertezze, contraddizioni, anomalìe senza fine, e tutto vi diverrà un enigma inesplicabile.

LETTERA SECONDA (1)

Agosto 1796.

Dopo avervi dato, mio caro Professore, un idea delle tre maniere, con cui si vengono ad eccitare, in virtù de' semplici combaciamenti di conduttori dissimili, tanto le contrazioni spasmodiche ne' muscoli, specialmente volontarj (*a*), sottoposti

---

(1) Estratta dagli Annali di Chim. del Sig. Brugnatelli, Tom. 14. pag. 3. anno 1797.

(*a*) Ho mostrato altrove, che se i muscoli volontarj, i muscoli flessori ed estensori degli arti soffrono di leggieri violenti contrazioni, non solo ove lo stimolo elettrico procedente e dai contatti metallici o da altra qualsiasi cagione di elettricità artificialmente mossa agisca su di essi immediatamente, ma ben anche, e forse meglio, ove agisca sui nervi che vanno ad impiantarsi in essi muscoli, e sono veri nervi del moto; i muscoli non volontarj all'incontro, come quegli degli intestini, il cuore ec., più difficilmente e poco si risentono al medesimo stimolo elettrico portato pure immediatamente sopra di essi, e niente poi ove ai soli loro nervi venga applicato.

alle prove del così detto *Galvanismo*, quanto le sensazioni di sapore, or ossico (acido) or alcalino, sulla lingua, d'istantaneo chiarore nell' occhio, di bruciore nelle piaghe, ed in certe parti dotate di una squisita sensibilità (quali sono gli orli delle palpebre, massime verso l' angolo interno, e la glandola lacrimale); tutti i quali fenomeni, con altri molti, sono scoperte da me aggiunte a quelle di Galvani: dopo, dico, avervi dato un' idea sufficiente delle tre maniere atte ad incitare, e mettere in corso il fluido elettrico, onde quelle convulsioni e sensazioni; le quali tre maniere o combinazioni si riducono poi tutte a fare entrare nel circolo *tre* almeno *conduttori diversi*, cioè la 1.ª *due metalli o conduttori di prima classe di differente specie*, che toccandosi immediatamente da una parte comunichino dall' altra per mezzo d' uno o più *conduttori umidi*, ossia di *seconda classe*; la 2.ª *un solo metallo* frapposto *a due conduttori umidi* tra loro *diversi*, e comunicanti; la 3.ª finalmente *tre conduttori umidi*, ossia *della seconda classe*, ma tutti tre diversi: dopo essermi esteso in particolar modo sulla 2.ª e 3.ª maniera (*a*), perchè meno conosciute, ritorno volentieri alla 1.ª più comune ed usitata dei metalli diversi; intorno alla quale, oltre a quanto ho già esposto sì nel presente, che in varj altri scritti degli anni passati, ho

---

(*a*) Riguardo a quest' ultima maniera vedi la P.ᵉ 1.ª del pres. Tom. pag. 230.

di che trattenervi ancora con osservazioni e sperienze nuove fatte da me in questi ultimi mesi, che mi hanno condotto molto avanti, e che vi piacerà forse di pubblicare nel vostro ricchissimo, e applauditissimo Giornale.

§. LV. Ritenuto come cosa, di cui non può in alcun modo dubitarsi, che nella combinazione di due metalli diversi, i quali con un capo si toccano immediatamente, e coll' altro applicansi ad un conduttore umido ad essi frapposto, si eccita, in virtù di tali combaciamenti, una corrente elettrica, e questa (prendendo per esempio la fig. 1.) nella direzione supponiamo A Z *a* (*a*), può domandarsi

---

(*a*) Tale infatti è la direzione della corrente, se A è argento, Z stagno o zinco, conforme io già l' avea supposto, anzi scopérto, col confrontare varie di tali sperienze specialmente riguardo al sapore ossico (acido) od alcalino eccitato sulla lingua, con altre fatte colla macchina elettrica, come ho avanzato fin ne' primi miei scritti su questa materia.

Così poi anche scopersi, e determinai in qual ordine stiano molti metalli, semi-metalli, piriti, ec. tra loro, rispetto alla virtù *di dare o ricevere* il fluido elettrico; e in alcuni di tali scritti, particolarmente nella 3.ª Lettera all' Ab. Vassalli, ne presentai una tavola o scala, a cui ho fatto in appresso delle aggiunte, e qualche picciola mutazione. Questa mia tavola non molto diversa da quella pubblicata dal Dr. Pfaff (Vegg. la sua Diss. *de Electricitate animali*, Stuttg. 1793, e l' altra in Tedesco *Abhandlung Uber die sogenannte thierische Elektriziteat; Beytrag* ec. nel Giornale di Fisica di Gren Tom. VIII)

in quale, e per quale dei tre combaciamenti, che ivi han luogo, venga dato l'impulso al fluido elettrico, che lo determina a tal corrente. È egli nel mutuo contatto dei due metalli A Z, e quivi solo, che sorge l'azione incitante esso fluido, che lo sollecita cioè a passare dal primo al secondo? Oppure gli vien dato impulso unicamente, o principalmente ne' rispettivi combaciamenti del conduttore umido *a* col metallo A da una parte e col metallo Z dall' altra; e determinata vien quindi la corrente perciò, che tali impulsi sieno o cospiranti nell' indicata direzione, ovvero anche opposti l' uno all' altro, ma diseguali in forza? Può concepirsi infatti, che Z abbia potere di cacciare il fluido elettrico nel conduttore umido *a*, cui sta applicato; ed A potere di tirarlo a se dal medesimo; e può concepirsi egualmente, anzi con maggiore verosimiglianza, che ambedue i metalli spingano esso fluido in detto conduttore *a* (o qualsisia altro di 2. classe) che combaciano, e siano così le due azioni, in opposizione; ma che una superi l' altra, quella cioè che muove e incalza il fluido elettrico da Z in *a* prevalga all' altra, che lo spinge da A in *a*.

§. LVI. Non voglio dissimulare, che in passato io inclinava molto a quest' ultima supposizione, a

---

pone in cima il zinco, circa nel mezzo il piombo e lo stagno, verso il fine l'argento, e in ultimo la piombaggine, il carbone e il rame piritoso. Pfaff dà l' ultimo luogo al manganese.

riporre cioè l' azion movente il fluido elettrico, anzichè nel mutuo contatto de' due metalli diversi, nel combaciamento di ciascun d' essi co' conduttori umidi, o di 2. classe. E in vero non si può negare, che una qualche azione non abbia luogo in codesti combaciamenti de' metalli co' conduttori umidi: azione or più or meno forte: come dimostrano tutte le sperienze le quali ho riferite negli antecedenti paragrafi, in cui coll' arco di un semplice ed unico metallo fatto toccare da una parte a dell' acqua o simile conduttore acqueo, e dall' altra ad un liquore mucilaginoso, salino ec. si eccitano forti convulsioni nella rana ec. Con tutto ciò alcuni nuovi fatti, che ho scoperti non ha molto, mi hanno convinto, che nella maniera ordinaria di fare le sperienze del Galvanismo, cioè con due metalli abbastanza diversi, applicati a dei conduttori puramente acquosi, o da questi non gran fatto diversi, molto più al contatto mutuo di essi metalli vuole attribuirsi, che ai combaciamenti rispettivi co' detti conduttori umidi. Avvengachè pertanto sia fuor di dubbio, ed esperienze dirette lo provino, come di già si è detto, che una qualche azione si esercita in ciascuno dei contatti di questo e di quel metallo coi conduttori acquosi; egli è dimostrato da molte altre sperienze ancor più chiare e parlanti, di cui verrò tra poco trattenendovi, che un' azione molto più considerabile si spiega ivi appunto, ove i due metalli diversi si toccano immediatamente.

§. LVII. Egli nasce dunque nel contatto mutuo

dell' argento per es. collo stagno una forza, un niso, per cui il primo *dà* del fluido elettrico, il secondo lo *riceve*, l' argento tende a versarne e ne versa nello stagno, ec. (*a*). Questa forza o tendenza produce, se il circolo è altronde compito per mezzo di conduttori umidi, una corrente, un giro continuo di esso fluido, che và, giusta la direzione sopraindicata (§. 55. e nota ivi), dall' argento allo stagno, e da questo per la via del conduttore o conduttori umidi ritorna all' argento per ripassare nello stagno ec. (*b*): se il circolo non è compito, se i metalli trovansi isolati, un' accumu-

(*a*) Nella accennata tavola (nota prec.) son posti i metalli ec. in tal ordine, che gl' inferiori danno ai superiori; e tanto più, ossia con tanto maggior forza, quanti più gradi di distanza vi si scorgono.

(*b*) Conformi intieramente a ciò sono i seguenti versi di un mio collega e amico (a cui io avea mostrate e spiegate le allora novissime sperienze del *Galvanismo*) in un elegantissimo suo Poemetto, nel quale scorrendo e dipingendo coi più veri lumi della Filosofia non meno che della Poesia le ricche collezioni in ogni parte delle Scienze Naturali, che offre questa nostra Università di Pavia, assieme a molte altre vaghissime descrizioni ci dà un saggio anche di dette sperienze elettrico-animali. Chiude egli dunque così la bella e vivace pittura che ne fa.

» E quindi in preda a lo stupor ti parve
» Chiaro veder quella virtù, che cieca
» Passa per interposti umidi tratti
» Dal vile stagno al ricco argento, e torna
» Da questo a quello con perenne giro ».

Mascheroni invito a Lesbia. Milano 1793.

lazione di detto fluido elettrico nello stagno a spese dell' argento; un' *elettricità* cioè positiva, ossia *in più* nel primo, ed una negativa, ossia *in meno* nel secondo: elettricità picciola è vero, e al di sotto dì quel grado che richiederebbesi per darne segno ai comuni elettrometri; ma che pure son giunto finalmente a rendere, più che non avrei sperato, sensibile, e fino ad ottenerne scintille, coll' ajuto del mio *Condensatore di Elettricità*, e meglio col *duplicatore* a molinello di *Nicholson* (*a*) fondato sopra gli stessi principj del Condensatore; istromento al sommo ingegnoso, che voi, amico conoscete molto bene, e che avete anche descritto nel vostro primo Giornale di Fisica, Tomo II.

§. LVIII. Non mi tratterrò pertanto nè intorno alla costruzione di questa eccellente macchinetta, nè sulle attenzioni richieste, acciò le sperienze con essa riescano a dovere, andando facilmente soggette ad errori ed anomalìe. Nemmeno vi parlerò a lungo di varie altre cose, che mi ha scoperte tale prezioso stromento in pochi mesi, che è tralle mie mani, cioè dalla Primavera passata, in cui ho potuto procacciarmelo (*b*). Vi accennerò per ora soltanto, che ottengo con esso segni di *Elettricità negativa* da una verga o lastra di metallo, da un

(*a*) Veggasene l' originaria descrizione nelle Transazioni Filosofiche di Londra per l' anno 1788. Vol. 78.

(*b*) Lo ha costrutto sotto la mia direzione il valente Macchinista e Custode del Gabinetto di Fisica nell' Università di Pavia Ab. Giuseppe Re.

bastone o riga di legno, di cartone ec., isolati a dovere ed esposti per breve d'ora al sole, o al fuoco o collocati semplicemente in luogo caldo, tantochè perdano per evaporazione parte dell'umido aderente. Che segni ancora più chiari, e più pronti dell'istessa *elettricità negativa* mi danno codesti pezzi di metallo, di legno, ec. qualora appesi ad un cordone di seta li aggiro velocemente nell'aria a modo di fiomba per due o tre minuti: sin che l'elettricità in quest'ultimo modo provenga similmente da una più grande, o più celere evaporazione, oppur anco si ecciti dallo strofinamento dell'aria stessa contro tali corpi; giacchè riesce assai bene la prova anche avendoli previamente asciugati. Che all'opposto ottengo segni di *elettricità positiva* dai medesimi metalli, legni, cartone, ec. isolati, col lasciarli esposti qualche tempo in luogo più freddo od umido tantochè, abbiano a caricarsi di nuovi vapori.

Le quali sperienze voi vedete quanto sieno interessanti, e come bene comprovino, e pongano nel miglior lume la mia teoria altrove esposta dell'elettricità naturale atmosferica originata dalla formazione, e innalzamento de' vapori da' corpi terrestri, e susseguente condensazione de' medesimi negli strati d'aria più freddi. Infatti che può desiderarsi di più, ora che senza ricorrere ad una vaporizzazione forzata ottengo facilmente segni di *elettricità negativa* eziandio colla sola blanda *e naturale evaporazione*, e ne ottengo pur anco di *elettricità positiva* prodotta dalla sola lenta *e na-*

turale condensazione de' vapori in qualsisia luogo anche chiuso?

§. LIX. Venendo dunque al nostro soggetto, in quella maniera, che col giuoco *del duplicatore* porto la debolissima elettricità della verga o lastra di metallo, della riga di legno o di cartone, o d'altro conduttore isolato, che ha fatto perdita od acquisto di vapori, che se ne è lasciato spogliare, o ne ha raccolti sopra di se, elettricità negativa ossia *in meno* nel primo caso, e positiva ossia *in più* nel secondo, porto, dico, tali elettricità affatto deboli al grado di darne segni distintissimi all' elettrometro, e fino la scintilla: nell' istessa maniera, e colla medesima facilità rendo pure sensibile la egualmente, o più ancora debole elettricità indotta in un metallo isolato dal semplice contatto del medesimo con altro metallo di diversa specie, isolato o non isolato. Addurrovvi quì alcune solamente delle moltissime prove, che ho fatte, le quali basteranno a rendere la cosa evidente, e serviranno come di norma per tutte le altre sperienze di tal genere.

SPERIENZA I.

§. LX. Dopo aver lasciato alcune ore, e se occorre uno o più giorni, in riposo il duplicatore, e i suoi tre dischi o piattelli di ottone comunicanti insieme e col suolo, tantochè possa credersi svanito ogni residuo di quella qualunque elettricità, che vi

si fece giuocare nelle prove antecedenti (*a*), tolgansi le comunicazioni, onde restino, sì il disco mobile,

---

(*a*) È difficilissimo, per non dire impossibile, di ridurre cotesto duplicatore a tale stato di perfetto spogliamento di elettricità, che non vi abbia il minimo eccesso o il minimo difetto di fluido nel disco mobile, rispettivamente ai due fissi, cui a vicenda si affaccia girando; e d' altronde un minimo, che non giunga per avventura ad un centesimo, ad un millesimo di grado, basta a far sì, che a capo di 20, 30, 40, o più giri della macchinetta dia segni quella elettricità in tal guisa moltiplicata di 2, 4 e più gradi.

La difficoltà del resto non è tanto di spogliare i dischi metallici della loro elettricità residua, quanto di portar via quella trascorsa oltre i limiti degl' isolamenti, e che rimane tenacemente affissa alle superficie coibenti dei bastoncini di vetro nudo od intonacati di ceralacca, portanti i detti dischi. E quando pure con lungo spazio di tempo, e co' convenienti toccamenti si sia tolto affatto ogni residuo di elettricità, anche da codeste superficie isolanti; succede tuttavia che si ottengano dei segni con un maggior numero di giri per es., 60, 80, ec.: e ciò per quella elettricità, che il disco girante raccoglie dall' ambiente, o che vi si eccita novellamente dall' evaporazione che lo prosciughi, o dalla condensazione de' vapori che lo umetti, od anche dallo strofinamento contro l' aria (§. 58). Insomma non è mai che con un numero più o men grande di giri non si ottengano dal duplicatore segni manifesti di elettricità.

Non ostante però questo, si possono benissimo scoprire e valutare le elettricità dei corpi, che gli si fanno toccare, o che i suoi dischi contraggono per tali toccamenti, ogni qual volta codeste elettricità siano, come nelle sperienze di cui ora si tratta, meno deboli di quelle altre, dirò così, accidentali, e compajano sensibili con un molto minor numero di giri.

che gli altri due fissi separatamente isolati. Così disposta la macchinetta ad esser messa in azione, si applichi a quello mobile, o ad uno di questi dischi fissi di ottone una lamina d'argento a immediato contatto per quel tempo che si vuole, indi ritiratala si cominci a far girare il disco mobile: a capo di 20, 30, 40 giri, secondo che il contatto sarà stato più o men ampio (e secondo che troverassi la macchinetta in miglior ordine e l'ambiente più secco), compariranno già i segni dell' *elettricità positiva* acquistata dal *disco* mobile, se desso fu toccato dall' argento, e di *elettricità negativa* occasionata indi in ambedue i dischi fissi; e viceversa se venne toccato uno di questi e non quello: compariranno, dico, i segni delle rispettive elettricità negli elettrometri sensibilissimi a fogliette d'oro, ed anche in quelli non tanto delicati a pagliette, a cui comunichino separatamente detti dischi; e andran via via crescendo col continuare i giri, ec.

SPERIENZA II.

§. LXI. Invece di toccare il disco d' ottone colla lamina di argento, si tocchi con una di stagno; e il disco toccato manifesterà, mercè il solito giuoco, *elettricità negativa* (e in conseguenza *positiva* l' antagonista); e sì con minor numero di giri.

Lo stesso, e assai più presto ancora, se detto disco d' *ottone* venga toccato con lamina di *zinco*.

§. LXII. Dal che si vede, che se l' *argento* dà del fluido elettrico all' *ottone* (di cui sono i dischi

della macchinetta) lo *stagno* all' incontro e il *zinco* ne ricevono dall' *ottone* medesimo , ossia questo dà a quelli, e in maggior quantità , massime allo zinco, in ragione appunto dell' ordine e distanza in cui si trovano tali metalli nella tavola o scala da me costrutta, e già sopra accennata (§. 55. nota).

SPERIENZA III.

§. LXIII. Abbiansi delle lastre o piattelli di diversi metalli d' argento, d' ottone, di ferro, di piombo, di stagno, di zinco , ec. del diametro di 3 pollici circa. Non è di gran vantaggio che sieno più grandi; ma sarebbe troppo svantaggioso se fossero molto più piccioli. Questi piattelli debbono potersi montare sopra piedi o colonnette isolanti. Si applichi dunque il piattello isolato d' argento al più congruo contatto in piano del piattello di stagno parimenti isolato , e ciò per pochi momenti, anche solo per un istante; sortiranno da quel breve contatto l' argento elettrizzato *in meno*, lo stagno *in più:* le quali elettricità se non compariranno sensibili a dirittura (*a*), lo diverranno facilmente col giuoco del duplicatore, a cui si facciano per pochi istanti toccare od ambedue i detti piattelli (il che è più van-

---

(*a*) Vedremo in appresso, che possono benissimo nelle favorevoli circostanze tali elettricità dei piattelli comparire a dirittura sensibili ai delicati elettrometri, senza ricorrere cioè all' ajuto del duplicatore .

taggioso), uno cioè al disco mobile di esso duplicatore, l'altro ad alcuno dei dischi fissi; oppure l'argento solo, o lo stagno solo a quello o a questi, il che pur basta: diverranno, dico, sensibili l'*elettricità positiva* del piattello di *stagno* e la *negativa* del piattello d'*argento* con pochi giri del duplicatore, sensibili abbastanza per farne dar segni, non che all' elettrometro dilicatissimo di Bennet, ad altri pure meno delicati.

SPERIENZA IV.

§. LXIV. Tengasi isolato uno solamente dei piattelli, e si adduca al contatto in piano dell'altro piattello non isolato: l'elettricità di quel primo *negativa*, se è l'*argento*, *positiva*, se è lo *stagno*, riuscirà considerabilmente maggiore, come apparirà dal rendersi più presto sensibile nel duplicatore, cui venga comunicata.

SPERIENZA V.

§. LXV. Nell' istessa maniera che si comporta l'*argento* collo *stagno*, si comporta presso a poco lo *stagno* collo *zinco*, conforme al rango che essi tengono nella tavola dei conduttori metallicì o di prima classe, più volte citata; onde adoperando questi due ultimi piattelli si hanno effetti analoghi a quelli delle sperienze precedenti coi due primi, cioè segni *di elettricità positiva nello zinco, di negativa nello stagno* ec.

SPERIENZA VI.

§. LXVI. In conformità della stessa tavola o scala, e corrispondentemente alle sperienze concernenti il *Galvanismo*, ossia l'eccitamento delle contrazioni spasmodiche, delle sensazioni di sapore ec. il più grande effetto si ha nelle sperienze di cui ora si tratta, facendo seguire un congruo combaciamento del piattello d' argento con quello di zinco, che sono dei più diversi, ossia lontani in tale scala; e l' elettricità quasi sensibile senza l' ajuto del duplicatore (*a*), la quale poi compare manifestissima con pochi giri, che si faccian fare al medesimo, è quì pure *positiva nello zinco, e negativa nell' argento*.

SPERIENZA VII.

§. LXVII. Con codesti piattelli d' argento e di zinco combaciatisi a dovere io giungo facilmente a distruggere, e ad invertere ben anco quel qualunque residuo di elettricità, che rimane aderente al duplicatore, e di cui sì difficilmente si spoglia (*b*). Sia egli stato messo poco prima in azione, e l' elettricità, che vi ha giuocato, positiva es. gr. nel disco mobile, negativa ne' dischi fissi, sia pure sa-

---

(*a*) Vedi la nota precedente.
(*b*) Vedi la nota al §. 60.

lita a molti gradi, e una parte debordando da essi dischi siasi impressa e rimanga tuttavia aderente alla faccia dei rispettivi isolatori; se con qualche toccamento fatto coi diti, o altrimenti, o col riposo di pochi minuti, io riduco i dischi a non dar più segni immediatamente all' elettrometro, qnantunque poi ne darebbero con quattro, cinque o pochi più giri, potrò a mia posta scancellare tale residua elettricità, anzi pure inverterla, cioè far sorgere la negativa nel disco mobile, che riteneva ancora un poco di positiva, e la positiva ne' dischi fissi, che ne ritenevano di negativa, potrò, dico, operar questa inversione mercè il toccare quel disco mobile col piattello d' argento; o questi altri dischi fissi col piattello di zinco, elettrizzati tali piattelli dal semplice mutuo combaciamento, o meglio mediante ambedue questi toccamenti, e col mettere indi in giuoco la macchinetta, e farle fare un discreto numero di giri.

SPERIENZA VIII.

§. LXVIII. Che se scelgo piattelli di metalli non molto diversi, voglio dire distanti sol pochi gradi nella mentovata scala, come argento e ottone, ottone e ferro, ferro e piombo o stagno, non mi riesce di rendere sensibile la rispettiva elettricità eccitatavi dal mutuo contatto, se il duplicatore non è stato spogliato con acconci toccamenti, e lungo riposo di ore dell' antica elettricità; ed anche allora vi vogliono molti giri, cioè 20, 40 o più.

SPERIENZA IX.

§. LXIX. Ma anche coi piattelli d'argento e di zinco non si ottiene gran cosa, o certo non tanto quanto promette la Sper. 7; se il contatto mutuo di questi non si fa in tutta o gran parte delle loro piane superficie, ma in piccola parte soltanto, o peggio ancora in costa. Non si speri allora di poter invertere l'elettricità ancora attaccata al duplicatore dopo breve riposo, la quale anzi prevarrà alla nuova, che vi posson portare tali piattelli. Ed anche quando dopo ore molte di riposo si potrà credere svanito ogni residuo di antica elettricità nel duplicatore, non si aspetti di vedervi portata a un grado sensibile cotesta nuova dei piattelli, se non con molti giri di essa macchinetta; cioè 30, 40 o più ancora.

SPERIENZA X.

§. LXX. Non si ottiene neppur molto, ancorchè si applichi un piattello all'altro con tutta la faccia piana, se le superficie sono notabilmente scabre, ed ineguali. Se all'incontro sono lisce ed egualissime, e (ciò che importa ancora assai) terse e polite, l'effetto che se ne ha supera l'aspettazione. Basta il dire, che l'elettricità che contraggono allora i piattelli da un tale combaciamento può rendersi sensibile anche senza l'aiuto del *duplicatore*, con

quello cioè del semplice *condensatore* (*a*), come verrò mostrando un' altra volta.

§. LXXI. Vedesi da tutto ciò, che quanto è più largo il contatto de' due metalli diversi, e si fa in maggior numero di punti, tanto maggiore è la quantità di fluido eletttrico, che si accumula in uno a spese dell' altro. Ho io però pensato, che a codesta più facile e più copiosa accumulazione di detto fluido nello stagno per es. e corrispondente diminuzione nell' argento potesse contribuire, non tanto il maggior numero di punti di contatto, od il contatto de' medesimi come tale, quanto l' ampiezza e prossimità delle superficie affacciate: mercè di cui bilanciandosi le opposte elettricità, ossia vicendevolmente sostenendosi (per la nota azione delle atmosfere elettriche), maggior copia di fluido può acquistarsi dall' uno dei piattelli, e perdersi dall' altro, prima che la *tensione elettrica* giunga al segno di non poter più essere ritenuta dalla *piccolissima coibenza de' metalli*.

Supponiamo (e tal supposizione potrò forse mostrare che non va molto lontana dal giusto) che tal coibenza dei metalli, i quali altronde sono, come è troppo noto, assai più conduttori che coibenti, arrivi a $\frac{1}{200}$ di grado dell' elettrometro a paglie sottili (*b*) potranno l' argento e lo zinco nel

---

(*a*) Ed anche senza di questo, manifestasi immediatamente ad un elettrometro abbastanza delicato, come già si è accennato (nota al §. 63).

(*b*) Propriamente e per se stessa non arriva a tanto,

mutuo loro contatto (il quale ha forza di spingere il fluido elettrico dal primo nel secondo) sostenere, essendo isolati, tanto di perdita l'uno e di acquisto l'altro, quanto vi vuole a portarvi l'elettricità di eccesso e di difetto rispettivamente a $\frac{1}{200}$ di grado, e non più. Ora per questo 200.^{mo} di grado si richiede ben maggiore copia di fluido elettrico, ove trovinsi affacciati largamente, e assai da vicino i due corpi aventi contrarie elettricità, le quali per tal modo si bilanciano, e si sostengono reciprocamente, come appunto nel nostro caso; che ove tale affacciamento non abbia luogo, o sia piccolo, o men perfetto. Così dunque avviene, che molto maggior copia di fluido elettrico si perda dall' ar-

---

anzi neppure a $\frac{1}{1000}$, o ad $\frac{1}{2000}$ di grado la *coibenza* dei metalli che chiamerò *originaria*, cioè la resistenza, che offrono al passaggio del fluido elettrico dall' uno all' altro unicamente per essere conduttori in qualche modo imperfetti, quando cioè nel mutuo loro contatto non si dispiega altra forza, quando essendo della stessa specie non ha luogo tra essi alcuna *potenza motrice*, o non produce alcun' effetto. Soltanto dunque ove cotali potenze dispiegano un' azione efficace per essere i metalli che si combaciano diversi fra loro, e tende a sbilanciare e a tenere sbilanciato il fluido elettrico nelle due superficie combaciantisi, risulta tale e tanta diminuzione alla forza conduttrice de' medesimi, ossia tale e tanta *coibenza*, dirò così, avventizia od *accidentale*, che arriva a $\frac{1}{200}$ di grado, come abbiam supposto: e ciò nell' accozzamento de' metalli i più diversi; giacchè per quelli meno diversi non può essere tal coibenza che minore a proporzione.

gento, e acquistisi dallo zinco in tal modo affacciati che se si toccassero altrimenti ad angolo, o con affacciarsi piccola superficie; e che quindi poi staccati presentino un' elettricità non già più di $\frac{1}{200}$ di grado, ma di $\frac{1}{4}$ di $\frac{1}{2}$: e chi sa, se non si potrà giungere ad ottenerla anche di 1 grado intiero, o più (*a*)?

§. LXXII. Insomma ho pensato, che dovessero quì applicarsi singolarmente i *principj del condensatore* (su i quali non mi tratterrò davantaggio essendo a voi noti abbastanza); e che per questo massimamente riuscisse cotanto vantaggioso un combaciamento ampio ed esatto dei piattelli metallici per le loro faccie lisce e piane al possibile: cioè per la prossimità di esse faccie, piuttosto che per i moltiplicati punti di contatto. Ho, dico, così pensato fin sulle prime; e per verificare un tal pensamento ho indi immaginate le seguenti prove.

SPERIENZA XI.

§. LXXIII. Ho un piattello d' argento ben tirato, con tre piccoli fori che lo attraversano da banda a banda, e quì distanti tra loro a forma di un triangolo equilatero. In questi fori sono inserite per disotto tre viti, pure d' argento, in guisa che le loro punte sporgono appena $\frac{1}{10}$ di linea,

---

(*a*) Vi sono io giunto infatti, come mostrerò in altra occasione.

più o meno a volontà, dalla faccia superiore liscia e perfettamente piana del piattello. Or posando sopra questo piattello d'argento un altro piattello di zinco, liscio parimenti ed eguale; ecco che il contatto dell'un metallo coll'altro succede ne' soli punti delle tre vitine sporgenti: siccome però si affacciano le due piane superficie assai da vicino: così facendosi reciprocamente l' *officio de' condensatori*, la quantità di fluido, che si accumula nel piattello di zinco a spese di quello d'argento, e l'elettricità che quindi si manifesta positiva nel primo, e negativa nel secondo, non è così piccola, che non possa rendersi sensibile con un discreto numero di giri del duplicatore.

SPERIENZA XII.

§. LXXIV. Diminuisco lo sporgimento delle vitine, tantochè tra le faccie dei due piattelli rimanga sì piccolo intervallo, che una carta sottilissima non possa passarvi, e appena vi passi la luce. L'elettricità che contraggon per gli stessi toccamenti delle tre sole punte i due piattelli, è ora, in ragione della maggiore prossimità delle loro faccie, maggiore anch' essa, e già non cede molto a quella che acquistano allorchè, ritirate indietro le viti, vengono le dette faccie a un pieno combaciamento.

SPERIENZA XIII.

§. LXXV. Provo ora a far toccare un piattello all'altro ad angolo, o per gli estremi orli, oppur anche in piano, ma in piccola parte del lembo: e sebbene in questo modo i punti di contatto sieno sicuramente maggiori che nelle due sperienze precedenti, ove le sole punte delle tre viti venivano toccate; pure non avendo luogo quell'ampio e prossimo affacciamento delle piane superficie che ricercasi all'uopo di condensare l'elettricità, riesce questa ne' miei piattelli, malgrado i maggiori punti di mutuo contatto, assai più debole che nelle sperienze precedenti, talchè ho bisogno di molti più giri del duplicatore per renderla sensibile.

§. LXXVI. Fanno dunque più pochissimi punti di reale contatto quando ve ne siano molti altri affacciati, che si guardino assai da vicino, che non qualche maggior contatto, quando sieno molto men ampie le superficie che si affrontano, o non si guardino così d'appresso. Infine egli è dimostrato, che sebbene si ricerchi assolutamente un vero contatto di metalli diversi (*a*) a smovere in

(*a*) Ho per altro qualche fondamento di sospettare, che anche senza alcun reale contatto la sola prossimità delle rispettive larghe faccie di due metalli diversi basti a produrvi qualche piccolissima elettricità. Ulteriori sperienze, che ho in vista, potranno verificare o distruggere un tale sospetto.

essi il fluido elettrico, a farne perdere all' uno, ed acquistare all' altro; pochi punti, che realmente si tocchino, bastano perciò: e che se un ampio combaciamento fa, che molto maggiori riescano tale acquisto, e tal perdita, ciò proviene non tanto per il maggior numero di punti di contatto, nei quali e per i quali diventano essi metalli *motori*, quanto per gli altri punti, i quali fuori del reale contatto, ma affacciati alla massima prossimità, abilitano i due pezzi a compiere nel miglior modo l' officio di *condensatore*.

Così è: qnando i miei piattelli, od altre lastre di metalli dissimili si applicano a combaciamento per delle larghe superficie, la fanno a un tempo stesso da *motori* e da *condensatori;* quando si toccano in angolo, o altrimenti, in guisa che non si presentino che piccole superficie, o seppur larghe, non abbastanza da vicino, la fanno semplicemente da *motori*, e poco o nulla da *condensatori*. Ecco perchè si ottiene tanto in quella prima maniera, e così poco in quest' ultima: come appare confrontando i fatti delle sperienze sopra descritte, 3 e segg. e specialmente 7, 9, 10 ec.

§. LXXVII. Passo ora a provare con esperienze dirette quanto ho più sopra avanzato al §. 56, cioè che la stessa virtù che hanno i metalli di smovere il fluido elettrico, di darne o riceverne ec. nel mutuo loro contatto (ben inteso che sieno diversi), l' hanno ben anche nel contatto loro co' conduttori umidi o di seconda classe, ma generalmente in

grado molto minore, trattandosi di conduttori acquei, o poco dall' acqua diversi.

Dico *generalmente*, e trattandosi che i conduttori cui il metallo combacia sieno *puramente*, o *quasi puramente acquei*; poichè altrimenti l' azione elettrica, che si esercita al contatto di molti liquori salini, specialmente di certi acidi (ossici) con certi metalli, e degli alcali concentrati con quasi tutti i metalli, è per avventura più forte e più marcata, che quella esercitata nel contatto mutuo di due metalli poco fra loro diversi: come fan vedere le sperienze riportate già a suo luogo (§. 23 e 24) in cui una rana o non ben preparata, o scema di vitalità a segno, che pescando nel modo solito ne' due bicchieri d' acqua, non si risente ove venga compito il circolo con due di tai metalli poco diversi, come argento e rame, ottone e ferro, viene all' incontro violentemente scossa qualora intingasi ne' due bicchieri un arco di un metallo solo; tutto es. gr. di ferro o tutto di stagno, di cui un capo sia intriso di acqua ben salata, di ossinitroso, o di alcali.

§. LXXVIII. Ristringendomi dunque ai conduttori acquei o presso a poco tali, e sciegliendo per questi dei legni verdi, delle pelli umide, della carta parimenti umida, dei mattoni, ed altre pietre porose imbevute d' acqua, applico a ciascun di questi nel miglior modo, e tenendoli isolati, i piattelli d' argento, di ottone, di stagno, di zinco; quali poi staccati trovo, col solito ajuto del *duplicato-*

re (*a*), essere rimasti *elettrizzati negativamente* tutti, aver fatto cioè perdita di fluido elettrico; picciolissima però, massime lo zinco, e molto minore di quella che soffre il piattello d'argento applicato a quello di stagno, oppure esso stagno applicato al piattello di zinco, non che il primo applicato a quest' ultimo. Ella è così piccola tale elettricità del piattello metallico, sia questo di zinco, di stagno, d' argento, o qualunque altro che combaciò questo o quel conduttore umido, che per iscoprirla conviene che il duplicatore sia bene spogliato d'ogn'altra elettricità (il che non si ottiene, come abbiam veduto, se non con un lungo riposo del medesimo) e allora pure si ricercano, a portarla a un grado sensibile, molti giri.

§. LXXIX. Non debbo omettere di far osservare rapporto a queste sperienze, che se va bene, anzi è necessario, che i conduttori di seconda classe, legni, pelli, carta, avorio ec. a cui si fanno combaciare i piattelli metallici, siano umidi, fino a un certo segno, tanto cioè che riescano abbastanza buoni conduttori, non conviene però che lo siano di troppo, in modo che bagnino l'istesso

---

(*a*) Ed anche senza il duplicatore, con un semplice *Condensatore* ed una boccettina di Leyden; come mi è riuscito dopo scritta questa Lettera, e mostrerò in un altra, che stò preparando.

metallo; giacchè in questo caso rimanendo attaccata una lamina o velo d' acqua alla faccia del piattello non è più il metallo che si separa dal conduttore acquoso, ma acqua da altr' acqua, un conduttor simile da un altro simile; nel qual caso non può comparire elettricità di sorta: appunto come non ne potrebbe comparire in un piattello d' argento, il quale applicato a delle foglie di stagno sovrapposte le une alle altre, al levarlo indi in alto se ne portasse via qualcuna aderente.

§. LXXX. È superfluo ch' io vi dica, che per l' istessa ragione non può mostrare alcuna elettricità il piattello applicandolo a combaciamento dell'acqua stessa, e staccandolo indi: non già perchè non ismova tal contatto il fluido elettrico, e il metallo non ne dia all' acqua cui bacia; che anzi tanto più facilmente gliene dà, quanto codesto combaciamento è più ampio e perfetto; ma perchè allo staccare il piattello gli vien dietro quella lamina d' acqua, in cui trovasi appunto tanto eccesso di fluido elettrico, quanto evvi di difetto nella contigua faccia del metallo.

§. LXXXI. Per l' istessa ragione ancora debbon essere asciutte le faccie dei piattelli, se dal loro combaciamento e distacco d' uno dall' altro vuolsi ottenere una sensibile elettricità.

§. LXXXII. Che se invece d' essere la carta, le pelli, le pietre, i legni ec. troppo umidi, lo siano troppo poco, e già conduttori molto imperfetti (incapaci di trasmettere la scossa di Leyden) tirino alla natura de' *coibenti*, ossia elettrizzabili

per istropicciamento, potranno tali corpi combaciando i piattelli metallici indurvi un' elettricità più forte di quella, che s' induce dal mutuo combaciamento di essi piattelli anche i più diversi; molto più poi, se non fermandosi alla semplice applicazione, si venga ad una forte pressione, alle percosse, allo stropicciamento, e l' elettricità di essi piattelli pel combaciamento, pressione ec. di tai corpi non abbastanza umidi, non sarà ora sempre negativa come allorchè trovansi umidi a dovere (§. 78), ma in molti casi positiva.

Ma basti per ora di queste sperienze (*a*), che

(*a*) Produrrò in altra occasione una lunga serie di sperienze sulla specie e grado di elettricità che acquistano i piattelli di diversi metalli, per la semplice applicazione loro, senza cioè pressione considerabile, per l' applicazione con forte pressione; per la percossa, per lo strofinamento in piano o in costa, contro varie specie di coibenti, o così detti idioelettrici, contro dei semicoibenti, contro corpi più conduttori che coibenti, contro de' conduttori mano mano più perfetti, e finalmente contro se stessi, cioè affrontandosi un piattello metallico con un altro diverso; intorno al qual ultimo modo, quantunque molto siasi già detto nella presente lettera, resta pur molto ancora a dire. Questa serie di sperienze presenta dei risultati assai curiosi e nuovi, molti dei quali presi a parte potrebbero sembrare capricciosi in certo modo, e altrettante anomalie, ma che avvicinati mi hanno scoperto certe leggi.

Le principali di queste leggi o risultati generali sono:

1.° Che varia sì di specie, che di forza l' elettricità dei metalli cimentati con tutti i detti corpi, non solamente secondo che sono diversi questi, e diversi quelli; ma secon-

troppo lungi mi condurrebbero, e fuori del sog-

---

do anche vengono cimentati nell'uno o nell'altro degl'indicati modi.

2.° Che l'argento, lo stagno, e molti altri metalli *affettano* generalmente l'*elettricità negativa*, cioè nella maggior parte di tali prove sortono elettrizzati *in meno*: mentre all'opposto alcuni altri, singolarmente il zinco, *affettano* l'elettricità *positiva*, o *in più*.

3.° Che tutti però, anche il zinco, si elettrizzano *in meno*, avvengachè debolissimamente, combaciando; sia con leggiera, sia con forte pressione, panno, carta, cuojo, legno, avorio ec. abbastanza umidi per essere buoni conduttori.

4.° Che contro codesti corpi umidi piuttosto troppo, che poco, la forte pressione del piattello metallico qualsiasi, le percosse, lo strofinamento, non operano notabilmente più di quello faccia l'applicazione semplice, o accompagnata da dolce pressione (tanto che porti un abbastanza esatto combaciamento) non producono cioè in esso metallo, che la stessa debolissima elettricità negativa (3).

5.° Che la semplice applicazione, il semplice combaciamento, purchè sia egualmente ampio ed esatto, fa tutto anche per i metalli cimentati un contro l'altro, cosicchè è inutile qualsisia pressione o stropicciamento.

6.° Che al contrario contro i corpi non molto umidi, e a misura che più partecipano alla natura de' coibenti, generalmente più del semplice combaciamento, o di una dolce pressione del piattello metallico, vi eccita e promove l'elettricità nna pressione forte; più di questa le percosse, e meglio di tutto lo strofinamento.

7.° Che la minima efficacia della semplice applicazione, massime dello stropicciamento, e a proporzione mezzana delle percosse, e pressioni più o meno forti, si osserva nei cimenti de' piattelli metallici co' veri e perfetti coibenti;

getto propostomi; e basti di tante pagine di questa doppia Lettera cresciuta già a un piccol volume.

---

talchè niuna o quasi niuna elettricità eccitandosi colla semplice leggiera applicazione del piattello metallico a lastre di vetro asciutte, di zolfo ec., una forte ne sorge colla pressione, assai più forte colle percosse, e fortissima collo stropicciamento.

8.° Che del resto la *semplice applicazione* de' metalli a combaciamento di corpi non del tutto coibenti, ma neppure per molto umido troppo conduttori, di quelli cioè, ch' io chiamo semicoibenti, *fa inclinare essi metalli*, quali più, quali meno all' *elettricità negativa* E. —; *la pressione* non più tanto alla negativa, anzi pure talvolta *alla positiva*, E. +; le *percosse più decisamente alla* E. +; e molto più ancora a *questa* E. + *lo strofinamento*, massime in costa.

Così per esempio il piattello d' argento contro la carta nè asciuttissima, nè troppo umida acquisterà col semplice combaciamento senza notabile pressione, 1 grado di E. —: con una pressione discretamente forte ancora 1 grado o 2 di E. —: colla percossa meno di 1 grado della stessa E. —: o niente, od anche qualche grado di E. +: e collo stropicciamento immancabilmente un' E. + e sì di 3, 4 o più gradi. Il piattello di zinco colla semplice applicazione meno di 1 grado di E. —: colla pressione 2 o 3 gradi di E. +: colle percosse 4 o 6 gr. parimenti di E. +: finalmente 10, 12 gradi, o più ancora della medesima E. + collo stropicciamento.

LETTERA TERZA (1)

Vi ho comunicato, mio rispettabile collega (nella 2.ª delle lettere scrittevi in agosto dell'anno passato) una parte solamente delle sperienze, con cui mi è riuscito di rendere sensibile agli elettrometri anche meno delicati l'elettricità eccitata nei metalli per virtù del semplice combaciamento, ossia mutuo contatto di due di essi di differente specie, cioè quelle sperienze ch'io aveva fatte fino allora coll'ajuto del *duplicatore* di Nicholson; e solo hovvi accennato di fuga (§. 57 e 70), che anche col semplice mio *condensatore* di elettricità avea potuto ottenere lo stesso. Or dunque di quest'altra parte di sperienze, che ho da quel tempo estese di molto e perfezionate, e di altre assai più semplici ancora, con cui son giunto ultimamente ad aver segni elettrici a dirittura da essi metalli combaciatisi, senza neppure ricorrere al

---

(1) Estratta dagli Annali di Chimica del Sig. Brugnatelli Vol. 14 pag. 40. Ann. 1797.

condensatore (*a*), sperienze quanto più semplici altrettanto più chiare e decisive, mi propongo di parlarvi in oggi a compimento del soggetto che ho preso a trattare.

§. LXXXIII. Per queste ultime prove d'altro non fa bisogno, che dei piattelli di diversi metalli già descritti nella lettera precedente (§. 63), e di uno elettroscopio di Bennet, ossia a listarelle di foglia d'oro finissima (sebbene anche un elettrometro a paglie sottili (*b*) possa esser atto, cioè sensibile abbastanza): per le altre vi vuole inoltre una boccettina di Leyden, e un piccolo condensatore; per il qual ultimo può servire benissimo uno degli stessi piattelli, ed un pezzo d'incerato, cui si adatti quello a dovere.

Cominciando dunque dalle più semplici, ripetansi le sperienze del già citato §. 63 e segg. 64, 65, 66; colla sola differenza, che staccati i due piattelli dal mutuo combaciamento si porti l'uno o l'altro a toccare, non già il duplicatore (di cui non vogliamo ora più servirci), ma immediatamente la testa o cappelletto dell' elettroscopio sensibilissimo; e vedrassi che i suoi pendolini, le fogliette d'oro acquisteranno qualche divergenza, indicheranno cioè alcun grado di elettricità; e que-

---

(*a*) Di questo pure ho dato un cenno nelle note aggiunte posteriormente alla citata lettera: cioè not. ai §§. 63, 70 e 71.

(*b*) V. il Tom. I. Part. II. della pres. Collez. pag. 5.

sta positiva, o negativa, secondo la natura del metallo che si esplora, e di quello cui venne applicato a combaciamento, a norma di quanto si è già spiegato nella lettera precedente.

§. LXXXIV. Questa divergenza, ove le circostanze siano favorevoli, non è tanto piccola, che debbansi aguzzar molto l'occhio per iscoprirla; ella non è punto equivoca, se anche l'elettroscopio non sia de' più sensibili; insomma è maggiore di quello ch'io stesso mi sarei potuto aspettare. Con un piattello d'argento ed uno di zinco ben tirati, e che si combaciano a dovere, a segno di manifestare una notabile coesione, che io strofino ben bene, innanzi di applicarli l'uno all'altro, contro una soglia, o contro a fogli di carta sugante, per renderne le faccie, che hanno a combaciarsi asciutte, monde e terse; che porto al più ampio ed esatto combaciamento tra loro, e stacco indi ad un tratto, e perpendicolarmente; con tali piattelli, e tali attenzioni riesco, ove anche il resto trovisi in buon ordine, cioè gl'isolamenti sì di essi piattelli che dell'elettroscopio, perfetti, e l'ambiente secco, riesco a far divergere le fogliette d'oro più d'una linea la prima volta, voglio dire con un sol toccamento del piattello d'argento, o di quello di zinco, appena staccasi un dall'altro, contro il cappelletto di esso elettroscopio; poi due, e fino tre buone linee, con due, tre, o quattro toccamenti: dopo i quali portata l'elettricità dell'elettroscopio al medesimo grado di quella del piattello,

è inutile il moltiplicare ulteriormente tali toccamenti.

§. LXXXV. Invero un elettricità così spiegata ottenuta coi semplici toccamenti metallici è cosa affatto sorprendente, e grande stupore infatti ha recato a tutti gl'intelligenti, a cui ho avuto occasione di mostrare tali sperienze. Dessa poi ha il vantaggio, perciò appunto che si manifesta con sì notabile divergenza dei pendolini dell' elettroscopio, di facilmente scoprirci, mercè i soliti criterj dei movimenti, di quale specie sia nelle diverse prove, se positiva cioè o negativa. Così dunque scopresi *negativa* quella dell'*argento* dal ristringersi detti pendolini dell'elettroscopio cui si è comunicata, od allargarsi viepiù, secondochè si accosta al medesimo un bastoncino di vetro, od uno di ceralacca soffregati; viceversa *positiva* quella dello *zinco* dall'accrescersi la divergenza da lei cagionata col vetro, e diminuirsi colla ceralacca ec.

§. LXXXVI. Ho già fatto osservare (lett. prec. §. 64), che, le altre cose pari, maggior elettricità si ottiene se in luogo di tenere isolati ambedue i piattelli mentre stanno a mutuo combaciamento applicati, si fa sì, che uno di essi comunichi col suolo: e ciò affinchè compia a dovere all' officio di *condensatore*; conforme ho mostrato, che han luogo effettivamente in tali sperienze i principj del condensatore (§. 72 e segg.). Or egli è appunto in questa maniera, che porto fin a 2, 3 linee, ed anche un poco di più nelle circostanze favorevolissi-

me, la divergenza nelle fogliette dell' elettroscopio di Bennet (§. 84), e ad 1 linea quasi quella delle paglie sottili nel mio (*a*). Nell' altra maniera, cioè tenendo isolati ambi i piattelli, non posso ottenere che la metà di tanto, o poco più coerentemente alle sperienze riportate già nella lettera prec. (§. 63 e 64).

§. LXXXVII. Una ragione generale di ciò, e che poco potrebbe bastare, ce la presenta la teorìa del condensatore, che (come ho mostrato nei citati §§. della lettera prec.) ha luogo sibbene per le sperienze de' due piattelli metallici, ed esige, che il piatto inferiore non sia altrimenti isolato, se nel superiore dee potersi contenere la maggior quantità possibile di elettricità. Ma pure stimo non inutile il dar quì una spiegazione più particolare e meglio adattata al caso nostro. Dirò dunque, che se in quanto sono i metalli *motori* di elettricità incitano il fluido elettrico, e lo determinano stante il mutuo loro contatto ad una specie di disequilibrio, a passare per esempio dall' argento nel zinco, ed accumularsi in questo a spese di quello, in quanto sono d' altra parte *conduttori*, non sì tosto hanno acquistato per tale sbilancio qualche *tensione elettrica*, che richiamano, e sollecitano il fluido medesimo all' equilibrio. Or dunque da queste due forze opposte dee

(*a*) Gli elettrometri a listarelle di foglia d' oro, e a paglie, di cui mi servo, son tali che il primo è giusto 4 volte più sensibile del secondo.

venire costituito un *maximum*, ossia un limite sì all'accumulamento di fluido elettrico nell'uno dei metalli che si accozzano che al diradamento nell'altro. Supponiamo che tal limite nel più congruo combaciamento di un piattello d'argento con uno di zinco trovisi quando la differenza nella rispettiva densità del fluido elettrico è divenuta eguale a 2, se ambedue i piattelli tengansi isolati, arriverà questo limite tosto che l'argento abbia perso 1 ed acquistato 1 il zinco, con che effettivamente la differenza o sbilancio, e la tendenza quindi all'equilibrio risulterà = 2; e però l'elettricità che manifesterà ciascuno dei due quando appresso saranno separati, l'argento cioè negativa, positiva lo zinco, non potrà esser maggiore di 1. Se all'incontro il zinco solo trovisi isolato, e l'argento comunichi colla terra, in tal caso venendo questo mano mano risarcito dal suolo del fluido che dà al primo potrà dargliene fino alla quantità già detta di 2; tantochè l'elettricità positiva, che indi dispiegherà esso zinco, sarà pure = 2. Così se non sia isolato lo zinco, ma l'argento solo deponendo il primo nel suolo quanto di fluido riceve dal secondo, potrà privarsene questo fino all'indicata quantità di 2, e dispiegare poi levato dal contatto un elettricità negativa = 2.

§. LXXXVIII. È facile applicare questa spiegazione ad altre combinazioni di metalli diversi, avuto riguardo che le *forze motrici* (le quali, sia che provengano da attrazione o ripulsione verso il fluido elettrico, o da qualsivoglia potenza, risolvonsi in un impulso che detto fluido riceve), tali forze dif-

feriscono notabilmente per ciascuno, come ho insinuato in molti luoghi, in modo che combinata colla facoltà *conduttrice*, la quale può supporsi presso a poco eguale in tutti, ne risulta per ogni diversa combinazione ossia coppia di metalli, un diverso sbilancio di fluido elettrico, ec. Così se lo sbilancio tra argento e zinco si ponga $= 2$ (§. prec.), sarà egualmente a 1, poco più poco meno, quello tra argento e stagno, e tra stagno e zinco; eguale presso a poco a $\frac{1}{2}$ lo sbilancio tra argento e ottone, tra ottone e ferro, tra ferro e stagno ec. tra alcuni altri metalli meno diversi ancora in ordine alla virtù motrice come oro e argento $= \frac{1}{4}$, o minore; finalmente minimo od inapprezzabile tale sbilancio per altre combinazioni, ma non mai nullo affatto, se non fra metalli in tutto simili, della stessa specie cioè, della stessa tempra, polimento, ec., ne' quali non avendo effetto, ossia bilanciandosi le forze motrici perfettamente eguali, fanno che si comportino i due metalli compagni come semplici conduttori, e sortano quindi dal mutuo combaciamento, fatto anche nel miglior modo, senza il minimo che di elettricità.

§. LXXXIX. Ho supposto fin quì, che il combaciamento de' due metalli succeda in assai ampie superficie de' medesimi, ben piane, asciutte e terse, e riesca al più possibile esatto; che il distacco si faccia ad un tratto, e perpendicolarmente, mantenendo, cioè parallele le faccie fra loro fino a che ne sia compita la separazione, e il necessario allontanamento. Egli è solamente con queste attenzioni,

nelle circostanze favorevoli di tempo secco, e onde i necessarj isolamenti mantengansi perfetti, cose tutte, che ho già sopra prescritte (§. LXXXIV.), che ottengo realmente da miei piattelli tanta elettricità, quanta ho (ivi) spacciato di ottenere. Mancando in qualche parte a tali condizioni, non arrivo più co' piattelli d' argento e di zinco a far divergere le fogliette dell' elettroscopio di Bennet le 3 linee; e per poco neppure le 2: e così a proporzione cogli altri metalli: e siccome adoperando anche colla maggiore attenzione e diligenza non sempre il combaciamento degli stessi piattelli riesce egualmente bene, di che è prova la coesione or maggiore, or minore, or nulla che mi si manifesa nello staccarli; così avviene, che da una volta all' altra sortano gli stessi metalli dal mutuo combaciamento con diverso grado di elettricità; che i piattelli d' argento e di zinco rare volte ne abbiano acquistata tanta da far divergere 3 lin. le fogliette dell' elettroscopio di Bennet; che sovente non le allarghino che 2 circa, come or ora si disse, ec. Che se le faccie de' piattelli siano notabilmente ineguali, o scabre, o sucide, sicchè niuna sensibile coesione abbia luogo, sarà molto se giungeranno essi piattelli d' argento e di zinco a tanto di elettricità da movere le fogliette d' oro di 1 lin. o di $1\frac{1}{2}$; peggio poi se si sovrapponga l' un piattello all' altro per metà solamente, o per una più piccola porzione di dette faccie piane; e peggio ancora se si applichino non parallelamente, ma ad angolo e per pochi punti; se il contatto abbia luogo negli orli soltanto; o se tal

contatto ad angolo, o dei soli orli accada in ultimo perchè s'inclini un piattello verso l' altro staccandoli, o in altra maniera si faccia malamente un tale distacco: in tutti qnesti casi sortiranno i medesimi piattelli di argento e di zinco da tali contatti con sì debole elettricità che appena potranno darne qualche segno al più delicato elettroscopio, o non ne daran punto: molto meno ne daranno in simili circostanze altri piattelli meno diversi tra loro, ec.

§. XC. La ragione per cui importa così tanto, che il contatto de' due metalli sia il più ampio ed esatto, che le faccie dei piattelli piane, eguali e monde si combaciano nel miglior modo, si è, perchè compensandosi in certa maniera le contrarie elettricità ne' due piattelli così affacciati, e ciò tanto meglio, quanto appunto tale affacciamento è più largo, e giunge a maggior prossimità, si sostengono esse a vicenda, in guisa che posson crescere corrispondentemente in quantità senza distruggersi l'una l'altra: come coerentemente ai noti principj e leggi intorno all' azione delle atmosfere elettriche, applicate particolarmente al *Condensatore*, ho spiegato già nella lettera precedente (dal §. 71 al 76).

§. XCI. Abbiam supposto ivi, che la picciolissima coibenza, che può ritenere il fluido elettrico sbilanciato tra due metalli accozzati, e che lo ritiene infatti nello zinco, in cui venne accumulato in virtù del semplice suo contatto coll' argento, sicchè non rifluisca da quello a questo, che tal coibenza sia eguale a $\frac{1}{200}$ di grado. Questa cosa spiegata un poco meglio nella nota nel §. 87. di tal

lettera, indi anche al §. 84. della presente, e che vorrei pure dilucidare quì d' avvantaggio, riducesi a ciò che dalla composizione delle forze motrici e delle conduttrici, eguali queste presso a poco per tutti i metalli, differenti quelle per ciascun metallo diverso ne risulta una data determinata forza, o *tensione* di elettricità comportabile da una data combinazione di metalli addotti al mutuo contatto, che può sussistere cioè a fronte della loro conducibilità; la quale facoltà conduttrice perdente nel contrasto, ossia resa in qualche modo minore dà luogo ad una certa qual *coibenza accidentale* maggiore assai della *coibenza* loro nativa od *originaria*, di quella cioè che compete ad essi metalli negl' incontri di simile a simile ec., in cui forze motrici non hanno influsso. Un tale bilancio delle forze motrici tendenti cioè ad accumulare il fluido elettrico de' corpi combaciantisi a spese dell' altro e conduttrici cioè tendenti a distruggere ogni eccesso e difetto rispettivo un tale bilancio di tali forze opposte diciamo aver luogo nell' argento e zinco cimentati fra loro ridotta che sia la tensione elettrica a $\frac{1}{200}$ di grado, cioè questo essere il risultato della composizione di tali forze.

§. XCII. Or valutisi, come io soglio, per 1 grado quella forza elettrica, che appena comincia ad essere sensibile ad un elettrometro di paglie lunghe tre buoni pollici e sottilissime, facendo divergere di mezza linea le loro punte (*a*), e corrisponden-

---

(*a*) Per sottili che sieno le paglie, e per quanto pen-

temente 2 lin. le listerelle di foglia d' oro dell' elettroscopio di Bennet, il quale, sebbene possa essere ancora più mobile e delicato, lo è abbastanza ove riesca quattro volte più sensibile dell' anzidetto a paglie lunghe e sottilissime: saran dunque forti di 1 grado, e di 1 $\frac{1}{2}$. Le elettricità di eccesso e difetto rispettivamente, con cui sortono dal mutuo contatto i due piattelli di zinco e di argento, ove giungano a far divergere di 2 e di 3 linee le fogliette dell' elettroscopio di Bennet; come vi giungono difatti nelle favorevoli circostanze (§. 84. 86. 89.) Ma come, se a $\frac{1}{200}$ di grado solamente è eguale la *coibenza* di detti metalli, o a meglio dire la *tensione* elettrica, che possono comportare (§. prec.); come ha potuto arrivare l' elettricità a 1 grado intiero, e più? Come l' han potuta ritenere tanta elettricità, e tanto forte essi metalli nel mutuo loro contatto?

§. XCIII. La risposta a queste difficoltà che a prima giuuta sembra inesplicabile, e forma uno de' più grandi paradossi in elettricità, trovasi nel già detto e spiegato. Basta richiamarsi che i piattelli applicati l' uno all' altro a dovere colle loro

---

dano l' una all' altra vicine senza toccarsi, mancherà pochissimo che i loro assi distino già di $\frac{1}{2}$ linea; onde sarà insensibile quella elettricità che non giunga ad allontanargli almen di tanto. Che se le pagliette pendendo naturalmente si tocchino, l' adesion mutua permetterà difficilmente che si stacchino anche per un' elettricità di $\frac{1}{2}$ lin. o alquanto più forte, e però debbono bensì pendere vicinissime e parallele, ma non toccarsi.

piane superficie fanno nel miglior modo *l' officio di condensatore*, tantochè quella quantità di elettricità, che dispiega ora 1 grado, 1 $\frac{1}{4}$ gr. ed anche 1 $\frac{1}{2}$ gr. di forza in questo o quel piattello staccato o solitario, perdeva prima, stando essi piattelli applicati al congruo combaciamento (e perderà di nuovo, ove tornino quelli a combaciarsi nell' istesso modo) tanto della sua *tensione*, ond' essere ridotta ad una picciolissima frazione di grado, ad $\frac{1}{100}$ per avventura, ad $\frac{1}{150}$, o ad $\frac{1}{200}$, secondochè la virtù condensatrice arriva a condensare 100, 200, 300, volte ec.

§. XCIV. Io avea già trovato, che un buon condensatore ordinario consistente in un piatto o scudo di metallo discretamente piano, e non levigatissimo, e in un piano di marmo, o simile altro semicoibente, neppur esso tirato a perfetta eguaglianza, i quali perciò si applicavano mezzanamente bene, ma non benissimo, che un tal condensatore nelle favorevoli circostanze condensava già più di 100 volte; e più poi di 150 un altro condensatore, di cui mi servo spesso con grande vantaggio, consistente in una specie di guanto di fino incerato (ma vecchio, tantochè non sia nè attaccaticcio, nè troppo coibente), che applico, introdottavi la mano, immediatamente, e con discreta pressione ad un piattello di 3 pollici di diametro avvitato sopra il cappelletto dell' elettrometro a paglie, o a fogliette d' oro. Ora osservo, che meglio un piano si adatta al compagno e lo combacia, e più, le altre cose pari, divengon atti all' ufficio di condensare l' elet-

tricità, massime entro i limiti di una debolissima *tensione*. Non è dunque fuori del possibile, nè del verosimile, che la condensazione nei nostri piattelli di metallo tirati a perfezione, che si combaciano nel miglior modo colle loro ampie, monde e asciutte superficie, arrivi a 200 e più, e forse a 300 volte, riguardo ad un' elettricità, che nel suo maggior vigore resta al di sotto di 2 gradi.

§. XCV. Or se tale si ponga la condensazione, cioè = 300, quando col migliore combaciamento de' due piattelli, e le altre circostanze favorevoli, si ottiene tanta elettricità in quel d'argento, o in quello di zinco, indi staccati, da comparire forte di grado 1 $\frac{1}{2}$, ossia da far divergere fino a 3 linee le fogliette dell' elettroscopio di Bennet (§. 92) (che è presso a poco il sommo, che ho potuto ottenere) ne verrà che la forza ossia *tensione elettrica* nell' attuale combaciamento agguagliava soltanto $\frac{1}{200}$ di grado; e che per conseguenza non eccedendo il *maximum* di *tensione*, che risulta dalla composizione delle forze motrici e conduttrici, potè essere frenata e ritenuta ne' rispettivi piattelli, malgrado cioè la facoltà conduttrice de' medesimi la quale cedente fino a quel segno alla contraria forza motrice, può considerarsi, come unita a un certo grado di *coibenza*; coibenza piuttosto avventizia od *accidentale* che *originaria*; insomma maggiore assai di questa: tutto ciò conforme a quanto ho avanzato già, e spiegato in più d' un luogo (vegg. §. 71. 72. della lett. prec. e 87. e 91. della presente).

Che se la condensazione giunge solo a 200, o a

150 volte, il che s' accosta forse più al vero (almeno ove le faccie metalliche non sono del tutto piane ed eguali, lisce e terse, o non si applicano l' una all' altra nel miglior modo); e se l' elettricità che si ottiene giunga ad 1 sol grado, a far divergere cioè di 2 lin. e non d' avvantaggio le foglietto d' oro, come accade più sovente, basterà ancora supporre a detti metalli una coibenza eguale a $\frac{1}{200}$, o assai più ad $\frac{1}{150}$ di grado.

§. XCVI. Or una tale coibenza de' metalli, ed anche se si supponesse un poco maggiore, anche facendola arrivare a $\frac{1}{200}$ di grado, è così picciola cosa, che non dovrebbe esservi difficoltà ad ammetterla, quand'anche si volesse *originaria*; molto meno dunque ve ne può essere, molto meno potrà dirsi che ripugni tal coibenza alla facoltà conduttrice de' medesimi metalli considerandola come avventizia od *accidentale*, cioè risultante dal conflitto di essa facoltà conduttrice colle contrarie forze motrici, che dispiegansi ne' combaciamenti metallici (§§. cit.).

§. XCVII. Dietro le indicate determinazioni (le quali se non sono esatte, si accostano più o meno al vero o al giusto), così intorno alla virtù de' condensatori, riguardo cioè a quale e quanto accumulamento di elettricità possono essi procurare, come intorno al *maximum* di *tensione elettrica* risultante dalla composizione delle forze motrici, e conduttrici nel contatto mutuo di due metalli, e corrispondente *coibenza* con cui essa *tensione* si equilibra, il quale *maximum* abbiam posto nel contatto di argento e zinco essere $= \frac{1}{200}$ di grado (§. 91. ec.),

si spiegherà ora men vagamente, e con più chiarezza quello, che sopra (§. 89. 90.) si è pure in qualche modo fatto intendere: cioè come e perchè, se i detti piattelli d'argento e di zinco non sono ben piani, o male si applichino l'uno all'altro; se combaciandosi in pochi punti non vengono almeno a grandissima prossimità in altri modi, ossia con assai larghe superficie; se tocchinsi solo ad angolo, o in picciola parte sieno sovrapposti l'uno all'altro; sortono poi dal contatto con un'elettricità di molto inferiore a quella che abbiamo finora osservata, con una cioè, che non giunge per avventura a $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{10}$ di grado, e che appena può rendersi sensibile al più delicato elettroscopio di Bennet, od anche non lo può, se non coll'ajuto del *Duplicatore* nel modo descritto nell'antecedente lettera, oppure del mio *Condensatore* nel modo che tra poco descriverò. Lo stesso è, se anche si applichino benissimo le faccie perfettamente piane, monde e asciutte de' due piattelli, ma o inclinandole nell'atto che si vanno staccando, o facendole scorrere una sopra l'altra, pochi siano i punti di contatto o prossimi al contatto, picciole le superficie che si guardano affatto da vicino un momento prima che si compia tale distacco. In siffatte posizioni e circostanze di scarso contatto ed imperfetto affacciamento, è facile comprendere, che l' elettricità dee condensarsi assai meno, che dove si fa l' applicazione di ampie superficie portate al mutuo contatto, se non di tutti, di molti punti, e insieme ha luogo il più grande accosta-

mento, e quasi contatto di moltissimi altri e questo mantiensi sino al distacco totale, che fassi istantaneamente, e mantenendo il parallelismo delle dette superficie: in tali, dico, posizioni svantaggiose non può giungere la conden sazione dell' elettricità, non dirò a 20 0, 150, 100 volte, ma per sorte neppure a 10, o a 15: e quando giungesse anche a 20 volte, ritenuta la *tensione elettrica* risultante dalle combinazioni delle forze motrici e conduttrici, e bilanciantesi colla coibenza accidentale dei detti metalli argento e zinco eguale a $\frac{1}{250}$ di grado (§. 91. ec.), è chiaro che l' elettricità che potrà ritener l' uno o l' altro piattello, e spiegare indi staccato dal compagno, non sarà punto maggiore di $\frac{1}{10}$ di grado; e però insensibile anche al più delicato Elettrometro di Bennet.

§. XCVIII. Che se i due metalli toccandosi si affaccino in più pochi punti ancora, come se un globo o l' estremità di una lastra o filo metallico, venga al contatto di altro globo o lastra ec., non avendo luogo allora alcuna condensazione, o soltanto una ben picciola, corrispondentemente cioè ai pochi punti che si affacciano, l' elett ricità che potran mostrare essi metalli dopo tali toccamenti sarà $\frac{1}{200}$ di grado, $\frac{1}{100}$, o poco più; e quindi così picciola, che a stento potrà scoprirsi coll' ajuto del *Duplicatore*, non che del *Condensatore*.

§. XCIX. Molto più difficilmente poi riuscirà, o potrà rendersi sensibile l' elettricità eccitata con tali toccamenti di pochi punti, o fatti ad angolo, ec. in altri metalli meno diversi tra loro in or-

dine alla virtù motrice, di quello sieno argento e zinco, e nel mutuo contatto de' quali la *tensione elettrica* risultante da essa forza motrice combinata colla facoltà conduttrice, e quindi anche la *coibenza* relativa o *accidentale* sia minore assai di $\frac{1}{200}$ di grado, eguale es. gr. a $\frac{1}{400}$, a $\frac{1}{600}$, ad $\frac{1}{1000}$, come per avventura fra stagno e zinco, fra argento e ferro, fra argento e ottone ec.

§. C. Or dunque in tutti i casi, in cui o per troppo picciola differenza tra loro dei due metalli che si cimentano, o perchè non si combacino a dovere delle abbastanza larghe superficie, o per altra sfavorevole circostanza sorte il piattello dal contatto con elettricità troppo debole per poter esser marcata a dirittura dall' Elettroscopio sensibilissimo di Bennet, o per potersene distinguere la specie, se *positiva* cioè o *negativa*, giugnendo appena a far divergere le fogliette d'oro 1 linea, o meno, o niente che l' occhio possa distinguere: nei casi, dico, in cui l' elettricità, che si vuole esplorare, arrivi a stento nel piattello levato dal contatto a $\frac{1}{4}$ di grado, a $\frac{1}{8}$, a $\frac{1}{10}$, ec. si può tuttavia rendere sensibilissima, ricorrendo o al *Duplicatore*, come ho mostrato ampiamente nella lettera precedente, o al semplice mio *Condensatore*, come ho promesso di mostrare in questa, e passo a descrivere.

§. CI. Ho già detto (§. 83.) che di niente altro ho bisogno, oltre ai piattelli, per queste sperienze, che di una boccettina di Leyden, e di un pezzo d'incerato, o altro piano semicoibente, cui poter applicare convenientemente uno de' piattelli, sicchè

faccia officio di *Condensatore*. Tale boccetta sarà spediente che non abbia più di 4 o 6 pollici quadrati di armatura, avendo 3 poll. circa di diametro i piattelli. Or ecco come io procedo alle sperienze.

§. CII. Carico la boccettina non altrimenti che suol farsi con un elettroforo, cioè fo toccare all' uncino di quella 20, 30, o più volte il piattello metallico, isolato, la di cui elettricità voglio esplorare, ve lo fo, dico, toccare ad ogni staccamento del medesimo dal piatto compagno, che non dee già essere isolato, ma comunicare col suolo. Con tali 20 o 30 toccamenti alternati, se l' elettricità di quel piattello sia una volta per l' altra di $\frac{1}{4}$ di grado, arriverà per avventura la carica della boccetta a $\frac{1}{20}$ o $\frac{1}{30}$ di grado (*a*). Or bene ciò basta, perchè venendo essa boccetta scaricata (al modo appunto che si pratica le comuni sperienze del Condensatore) sopra un altro piattello applicato al pezzo d' incerato, e levando indi prontamente tal piattello in alto, dispieghi il medesimo un' elettricità di 2 in 3 gradi, forte cioè abbastanza per far divergere 1 lin. e più le pagliette del mio elettrometro, e corrispondentemente da 4 a 6 lin. le fogliette d' oro di quello di Bennet.

Così poi ottengo 4, 6, 8, o più gradi, caricando la boccetta con 40, 60, 80, o più toccamenti, e adoperando in tutto la stessa manovra ec.

(*a*) È facile comprendere che a misura che crescerà il numero de' toccamenti, la carica della boccetta andrà sempre più avvicinandosi a quel $\frac{1}{4}$ di grado, che possiede il piattello caricato, senza però poter giungere mai a tanto.

§. CIII. Mi è facile del resto calcolare dai gradi di elettricità che ottengo dalla boccetta caricata con un dato numero di toccamenti del piattello in questione, o a meglio dire dal Condensatore, in cui passo a scaricarla nel modo suddetto, a qual grado o frazione di grado arrivava all' incirca in esso piattello ciascuna volta che sendo stato applicato all'altro piatto comunicante col suolo ne veniva indi staccato. A quest' oggetto faccio alcune sperienze preliminari, ossia di saggio. Provo cioè con due piattelli d'argento uno, l'altro di zinco, piani e puliti sufficientemente, facendoli combaciare a dovere mentre un solo sta isolato, e a dovere staccandoli, provo a qual segno monta l'elettricità in esso piattello isolato, quanto cioè, portato a toccare immediatamente l'elettroscopio di fogliette d'oro le faccia divergere; e trovando per es. che per adequato, ossia una volta per l'altra gli è di 2 linee, elettricità ch' io valuto per 1 grado (§. 92.), cerco quante volte io debba ripetere il giuoco di applicare detto piattello all' altro comunicante, e levatolo farlo toccare all' uncino della boccetta, quanti, dico, ve ne vogliano di codesti toccamenti alternati, per caricarla a segno di poter poi col mezzo del Condensatore far divergere altrettanto le fogliette dello stesso elettroscopio, quanti per farle divergere del doppio, del triplo, ec.; insomma per ottenere 1, 2, 3 gradi ec. Supponiamo che convenga caricare la boccetta con 3 toccamenti per arrivare coll' ajuto del Condensatore a tanto appunto quanto suol fare il piattello da se stesso, senza cioè nè boccetta nè

Condensatore, per arrivare a 1 grado; che convenga caricarla con 6 toccamenti per produrre un effetto doppio, ossia 2 gradi, con 9 toccamenti per giungere a 3 gr. ec. Osservato bene ciò, passo a fare le sperienze con altri piattelli (i quali per la giustezza del calcolo debbono essere di eguale grandezza), con piattelli, che non danno per avventura da se soli, ossia esplorati immediatamente, segni sensibili di elettricità; e trovando, che caricata con essi l' istessa boccetta con tale o tal numero di toccamenti mi fa dare tanti o tanti gradi di elettricità all' istesso condensatore, calcolo, che questa era tante volte più picciola nel piattello, quanto porta il numero de' detti toccamenti diviso per 3.

Così dnnque se i toccamenti con cui venne caricata la boccetta sieno stati 90, ed essa faccia dare al solito condensatore 5 gradi di elettricità (che troppo forte per avventura per essere misurata dall' elettroscopio a fogliette d' oro, sarà meglio misurare con quello a paglie) ne dedurrò, che il piattello sortiva dal combaciamento suo coll' altro piano metallico con un elettricità circa 30 volte men forte, cioè di $\frac{1}{6}$ di grado. Ciò vuolsi intendere una volta per l' altra, come già accennai, ossia per adequato; giacchè per il combaciamento, e per il distacco, che non riescono tutte le volte egualmente bene, avviene che sorta il medesimo piattello or con più, or con meno di detta forza di elettricità.

§. CIV. La supposizione (§. prec.) che vi vo-

gliano 6, 9, ec. toccamenti del piattello a caricare la boccetta tanto, che possa portare nel condensatore un' elettricità del doppio, del triplo ec. più forte di quella che potrebbe mostrare da se solo esso piattello, s' accosta molto ai risultati delle sperienze che fo con piattelli di circa 3 lin. di diametro con boccette assai piccole, cioè di 5 pollici quadrati di armatura, poco più, poco meno, e con un condensatore fatto d' un piattello eguale ai suddetti, o alquanto più grande, e di un pezzo d' incerato, a cui questo si adatti nel miglior modo. È facile intendere, che cambiate notabilmente tali dimensioni, quali ho trovato dopo varj tentativi essere all' incirca le migliori, il calcolo da farsi non è più lo stesso; principalmente se la boccetta abbia una molto maggiore capacità, ci andranno allora a duplicare l' elettricità ben più di 6 toccamenti, cioè 8, 10 ec.

Ce ne vanno dipiù anche se boccetta e condensatore non sono in buon ordine, o non si facciano le sperienze con tutte le richieste attenzioni, e però in uno stato mezzano di cose io credo di accostarmi più al vero e al giusto, valutando l' elettricità originaria del piattello (voglio dire quella, che acquista nel combaciamento, e porta seco nel distacco) per adequato tante volte minore di quella che dispiega il condensatore elettrizzato dalla boccetta, quanto è il numero dei toccamenti, con cui venne questa caricata, diviso per 4 anzichè per 3. Così per es. se colla carica di 80 toccamenti ottengasi 2 soli gradi di elettricità (perchè i due metalli

combaciantisi non sieno molto differenti, o perchè il mutuo contatto, od affacciamento non sia gran fatto esteso), dividendo tal numero 80, per 4, e per il quoziente 20 dividendo que' due gradi ottenuti si avrà eguale a $\frac{1}{10}$ di grado l' elettricità originaria del piattello, cioè quella che per adequato, ossia una volta per l' altra portò seco staccandosi dall' altro metallo.

§. CV. Quando l' elettricità prodotta dal mutuo toccamento di due metalli, o poco diversi tra loro, o affacciantisi per pochi punti non arrivasse, o appena a $\frac{1}{50}$ di grado, la si potrà ancora colla descritta manipolazione, e rendere sensibile, e valutare presso a poco per quella che è; al certo meglio che esplorandola col *duplicatore*, il quale ho mostrato nella lettera precedente (vegg. singolarmente la nota al §. 60) come facilmente vada soggetto ad incertezze ed anomalìe. A quest' effetto basterà caricare la boccetta con 100 alternati toccamenti del piattello, che si vuol esplorare: con che arriveremo a poter ingrandire, mediante il condensatore, tale elettricità ben 25 volte (§. prec.) e ad ottener quindi $\frac{1}{2}$ grado; il qual $\frac{1}{2}$ gr. è sensibile abbastanza all' elettroscopio di Bennet, cagionando ne' suoi pendolini la divergenza di una buona linea (§. 92).

§. CVI. Gli è così, che può farsi senza del *duplicatore* valendosi del semplice mio *condensatore* (come ho detto da principio) in quasi tutte le sperienze di questo genere: massime servendoci per condensatore del guanto d' incerato, il quale, introdottavi la mano, si applichi immediatamente, e con

discreta pressione ad un piattello sufficientemente largo avvitato in testa all' elettrometro, e a questo piattello s' infonde direttamente l' elettricità della boccetta ec. col quale condensatore, reso così più semplice, e più comodo, che ho altrove descritto, e ricordato pure nella presente lettera (§. 94) ottengo assai più, che con un altro qualsiasi. Solamente dunque quando neppure con 100 nè con 150 toccamenti fatti per caricare la boccetta, e col miglior condensatore posso rendere sensibile l' elettricità, che acquista un metallo toccandone un altro o pochissimo diverso, o con presentargli affatto piccola superficie, è necessario ricorrere al *duplicatore*, il quale può dar segni anche di un elettricità minore di $\frac{1}{100}$ di grado, come si è veduto nella lettera precedente.

§. CVII. Non fa bisogno di molta spiegazione per intendersi, che acciò il piattello isolato possa cogli alternati suoi toccamenti andar caricando la boccetta, dee poter acquistare nuova elettricità ad ogni volta che si applica all' altro piatto di diverso metallo; e che perciò dee quest' ultimo non essere altrimenti isolato; ma comunicare col suolo, come ho già prescritto (§. 102), o con altro capace recipiente come vado a mostrare, onde rimettersi in equilibrio in tutto o in gran parte, ricuperare cioè il fluido elettrico perso, o dismettere l' acquistato, secondo la natura sua, e del primo, qualunque volta ne vien separato, e abilitarsi così a dar a quello nuovo fluido, o a riceverne, quando di nuovo tornerà a combaciarlo.

§. CVIII. Ora un recipiente abbastanza capace all' uopo può essere un altra boccetta di Leyden, ancorchè avente pochi pollici di armatura; sebbene non lo sia quanto l' ampio ricettacolo della terra. Isolato dunque anche il piatto inferiore, il quale sia presso a poco della medesima grandezza del superiore, sopra un piede, o colonnetta di vetro incrostata di ceralacca, o altrimenti, lo si faccia comunicare all' uncino, ossia all' interna armatura di una tal boccetta, che coll' esterna comunichi col suolo: così disposte le cose si applichi a questo, che riman fisso, l' altro piattello volante, e si stacchi a riprese colle solite attenzioni, e si porti ad ogni volta che si stacca a toccare all' altra boccetta, che tiensi in mano, come nelle sperienze precedenti. Con ciò verrannosi a caricare ambedue le boccette l' una in senso contrario all' altra; e potrà ciascuna dopo non molti di tai toccamenti, col solito ajuto del condensatore (massime del condensatore a guanto sopra indicato (§. 94 e 106)), far comparire nell' elettrometro segni abbastanza forti dell' elettricità contratta dal rispettivo piattello, cioè se sieno per es. di ottone l' uno, l' altro di stagno, la boccetta che comunicò col primo darà, ossia farà dare al condensatore segni di elettricità negativa, l' altra che comunicò col secondo segni di elettricità positiva.

§. CIX. È quasi inutile il dire, che può, se si vuole, caricarsi la sola boccetta che comunica col piatto inferiore, ove cioè con toccamenti opportuni spoglisi di elettricità il piatto superiore ogni

volta che siasi staccato da quell' altro. Insomma evvi una manovra per caricare una boccetta al piattello superiore, una per caricarla in senso contrario al piattello inferiore, ed una finalmente per caricare due boccette alla volta, una sopra, l' altra sotto. Queste manovre stimo di averle descritte per non dovermi più trattenere intorno a ciò. Intanto però non debbo tralasciar di dire (terminando questa lunga lettera), che la sperienza delle due boccette caricate a un tempo è piaciuta sopra tutte le altre a quante persone intelligenti l' ho mostrata, ed è invero non meno curiosa che istruttiva.

§. CX. Ad altre persone istrutte pur anco fanno più colpo le sperienze, in cui si ottengano assai forti i segni di elettricità, in cui gli elettrometri segnino molti gradi, i loro pendolini cioè s' aprano a grande angolo, e vadano perfino a battere contro le pareti della boccia che li rinchiude. Or io ho come soddisfare anche questi curiosi attenendomi sempre allo stesso genere di sperienze, intorno cioè all' elettricità eccitata con soli toccamenti metallici, elettricità, che è in certo modo di mia giurisdizione, e che non mi si contrasterà più di poter chiamare *elettricità metallica*: ho, dico, come soddisfare anche costoro, che domandano segni vigorosi di elettricità, domandassero anche la scintilla. È basta ch' io scelga per caricare una o due boccettine ne' modi indicati, meglio però una sola, un piattello d' argento, ed uno di stagno, o meglio di zinco, piuttosto grandicelli

e ben tirati; che la carichi osservando le debite attenzioni con un buon numero dei soliti toccamenti alternati, cioè 60, 80, 100; e che la porti così caricata a toccare lo scudo di un ottimo condensatore, alzato immantinenti questo scudo, ed esplorato, ecco che vibra una scintilletta, o almeno fa divergere i pendolini di un elettrometro a boccia 6, 8, o più linee.

ON THE ELECTRICITY

EXCITED BY THE

mere conctat of conducting substances of different kinds.

IN A LETTER

TO THE RT. HON.

SIR JOSEPH BANKS

BA. K. B. P. R. S.

Read June 26, 1800.

A Come en Milanois ce 20 Mars 1800.

Après un long silence, dont je ne chercherai pas à m'excuser, j'ai le plaisir de vous communiquer, Monsieur, et par votre moyen à la Société Royale, quelques resultats frappants auxquels je suis arrivé, en poursuivant mes expériences sur l'électricité excitée par le simple contact mutuel des métaux de différente espèce, et même par celui des autres conducteurs, aussi différents entr'eux, soit liquides, soit contenant quelque humeur, à laquelle ils doivent proprement leur pouvoir conducteur. Le principal de ces resultats, et qui comprend à-peu-près tous les autres, est la construction d'un appareil qui ressemble pour les effets, c'est-à-dire, pour les commotions qu'il est capable de faire éprouver dans les bras, etc. aux bouteilles de Leyde, et mieux encore aux batteries électriques foiblement chargées, qui agiroient cependant sans cesse, ou dont la charge, après chaque explosion, se rétabliroit d'elle-même; qui jouiroit, en un mot, d'une charge indéfectible, d'une action sur le fluide électrique, ou impulsion, perpetuelle; mais qui d'ailleurs en diffère essentiellement, et par cette

action continuelle qui lui est propre, et parcequ'au lieu de consister, comme les bouteilles et batteries électriques ordinaires, en une ou plusieurs lames isolantes, en couches minces de ces corps censés être les seuls électriques, armées de conducteurs ou corps ainsi dit non-électriques, ce nouvel appareil est formé uniquement de plusieurs de ces derniers corps, choisis même entre les meilleurs condncteurs, et par là les plus éloignés, suivant ce qu'on a toujours cru de la nature éléctrique. Oui, l'appareil dont je vous parle, et qui vous étonnera sans doute, n'est que l'assemblage d'un nombre de bon conducteurs de différente espèce, arrangés d'une certaine manière, 30, 40, 60 pièces, ou d'avantage, de cuivre, ou mieux d'argent, appliquées chacune a une pièce d'étain, ou, ce qui est beaucoup mieux, de zinc, et un nombre égal de couches d'eau, ou de quelqne autre humeur qui soit meilleur conducteur que l'eau simple, come l'eau salée, la lessive, etc. ou des morceaux de carton, de peau, etc. bien imbibés de ces humeurs; de telles couches interposées a chaque couple ou combinaison des deux métaux différents, une telle suite alternative, et toujours dans le même ordre, de ces trois espèces de conducteurs, voilà tout ce qui constitue mon nouvel instrument; qui imite, comme je l'ai dit, les effets des bouteilles de Leyde, ou des batteries électriques, en donnant les mêmes commotions que celles-ci; qui, à la vérité, reste beaucoup au dessous de l'activité des dites batteries chargées à un haut point, quant à la force et au bruit des explo-

sions, à l'étincelle, à la distance à laquelle peut s'opérer la décharge, etc. égalant seulement les effets d'une batterie chargée à un dégré très foible, d'une batterie pourtant ayant une capacité immense; mais que d'ailleurs surpasse infiniment la vertu et le ponvoir de ces mêmes batteries, en ce qu'il n'a pas besoin, comme elles, d'être chargé d'avance, au moyen d'une électricité étrangère; et en ce qu'il est capable de donner la commotion, toutes les fois qu'on le touche convenablement, quelques fréquentes que soient ces attouchements.

Cet appareil, semblable dans le fond, comme je ferai voir, et même tel que je viens de le construire, pour la forme, à l'organe électrique naturel de la torpille, de l'anguille tremblante, etc. bien plus qu'à la bouteille de Leyde, et aux batteries électriques connues, je voudrois l'appeller organe électrique artificiel. Et au vrai n'est il pas, comme celui-là, composé uniquement de corps conducteurs? n'est-il pas au surplus actif par lui même, sans aucune charge précédente? Sans le secours d'une électricité quelconque excitée par aucun des moyens connus jusqu'ici; agissant sans cesse, et sens relâche; capable enfin de donner à tout moment des commotions plus ou moins fortes, selon les circonstances, des commotions qui redoublent à chaque attouchement, et qui, repétées ainsi avec fréquence, ou continuées pour un certain temps, produisent ce même engourdissement des membres quit fait eprouver la torpille, etc.

Je vais vous donner ici une description plus

détaillée de cet appareil, et de quelques autres analogues, aussi bien que des expériences relatives les plus remarquables.

Je me fournis de quelques douzaines de petites plaques rondes ou disques, de cuivre, de laiton, ou mieux d'argent, d'un pouce de diamétre, plus ou moins (par exemple, de monnoyes), et d'un nombre égal de plaques d'étain, ou, ce qui est beaucoup mieux, de zinc, de la même figure et grandeur, à-peu-près; je dis à-peu-près, par ce qu'une precision n'est point requise, et, en général, la grandeur, aussi bien que la figure, des pièces métalliques, est arbitraire: on doit avoir égard seulement qu'on puisse les arranger commodément les unes sur les autres, en forme de colonne. Je prépare en outre, un nombre assez grand de rouelles de carton, de peau, ou quelque autre matière spongieuse, capable d'imbiber et de retenir beaucoup de l'eau, ou de l'humidité dont il faudra, pour le succès des expériences, qu'elles soient bien trempées. Ces tranches ou rouelles, que j'appellerai disques mouillés, je les fais un peu plus petites que les disques ou plateaux métalliques, à fin qu'interposées à ceux de la manière que je dirai tantôt, ils n'en débordent pas.

Ayant sous ma main toutes ces pièces, en bon état, c'est à dire, les disques métalliques bien propres et secs, et les autres non-métalliques bien imbibés d'eau simple, ou, ce qui est beaucoup mieux, d'eau salée, et essuyés en suite légèrement, pour que l'humeur n'en dégoutte pas, je n'ai plus qu'à

les arranger comme il convient ; et cet arrangement est simple et facile.

Je pose donc horizontalement sur une table ou base quelconque, un des plateaux métalliques, par exemple, un d'argent, et sur ce premier j'en adapte un second de zinc ; sur ce second je couche un des disques mouillés ; puis un autre plateau d'argent, suivi immédiatement d'un autre de zinc, auquel je fais succeder encore un disque mouillé. Je continue ainsi, de la même façon, accouplant un plateau d'argent avec un de zinc, et toujours dans le même sens, c'est-à-dire, toujours l'argent dessous et le zinc dessus, ou vice versa, selon que j'ai commencé, et interposant à chacune de ces couples, un disque mouillé ; je continue, dis-je, à former, de plusieurs de ces étages, une colonne aussi haute qu'elle peut se soutenir sans s'ecrouler.

Or, si elle parvient à contenir environ 20 de ces étages ou couples de métaux, elle sera déjà capable, non seulement de faire donner des signes à l'électromètre de Cavallo, aidé du condensateur, au de là de 10 ou 15 degrés, de charger ce condensateur par un simple attouchement, au point de lui faire donner une etincelle, etc. mais aussi de frapper les doigts avec lesquels on vient toucher ses deux extremités, (la tête et le pied d'une telle colonne), d'un ou de plusieurs petits coups, et plus ou moins fréquents, selon qu'on réitère ces contacts; chacun desquels coups ressemble parfaitement à cette légère commotion que fait éprouver une bouteille de Leyde foiblement chargée, ou une

batterie chargée beaucoup plus foiblement encore, ou enfin une torpille extrêmément languissante, qui imite encore mieux les effets de mon appareil, par la suite des coup répétés qu'elle peut donner sans cesse.

Pour obtenir de telles légères commotions de cet appareil que je viens de décrire, et qui est encore trop petit pour de grands effets, il est nécessaire que les doigts avec lesquels on veut toucher ses deux extrémités en même tems, soient humectés d'eau, au point que la peau, qui autrement n'est pas un assez bon conducteur, se trouve bien trempée. Encore, pour réussir plus sûrement, et recevoir des commot ions considérablement plus fortes, faut-il faire communiquer, par le moyen d'une lame suffisamment large, ou d'un gros fil métallique, le pied de la colonne, c'est-à-dire, le plateau dn fond, avec l'eau d'un bassin, ou coupe assez grande, dans laquelle on tiendra plongé un doigt, deux, trois, ou toute la main, tandis qu'on ira toucher la tête ou extrémité supérieure (le dernier ou un des derniers plateaux de cette colonne) avec l'extrémité nette d'une lame aussi métallique, empoigné par l'autre main, qui doit être bien humide, et embrasser une large surface de cette lame, et la serrer fortement. En procédant de cette manière, je puis déjà obtenir un petit picotement, ou légère commotion, dans une ou deux articulations d'un doigt plongé dans l'eau du bassin, en touchant, avec la lame empoignée dans l'autre main, la quatrième, ou même la troisième paire

de plateaux ; touchant ensuite la cinquième, la sixième, et de proche en proche les autres, jusqu'au dernier plateau, qui fait la tête de la colonne, il est curieux d'éprouver comment les commotions augmentent graduellement en force. Or, cette force est telle, que je parviens à recevoir d'une telle colonne, formée de 20 paires de plateaux (pas davantage) des commotions qui prennent tout le doigt, et l'affectant même assez douloureus ement, s'il est plongé seul dans l'eau du bassin ; qui s'étendent (sans douleur) jusqu'au poignet, et même jusqu'au coude, si la main est plongée en grande partie, ou entièrement, et se font sentir encore au poignet de l'autre main.

Je suppose toujours qu'on ait pratiqué toutes les attentions nécessaires dans la construction de la colonne, que chacune des paires ou couples de métaux, resultant d'une plaque d'argent appliquée à une de zinc, se trouve en communication avec la couple suivante, par une couche suffisante d'humeur, qui soit de l'eau salée, plutôt que de l'eau pure, ou par un disque de carton, de peau, ou autre chose semblable, bien imbibée de cette eau salée ; lequel disque ne soit pas trop petit, et dont les surfaces soient bien collées aux surfaces des plateaux métalliques, entre lesquels il se trouve interposé.

Cette application exacte et étendue des disques mouillés, est très importante ; au lieu que les plateaux métalliques de chaque paire peuvent ne se

toucher entr'eux qu'en peu de points, pourvu seulement que leur contact soit immédiat.

Tout cela fait voir (pour le dire ici en passant) que si le contact des métaux entr'eux en quelques points seulement suffit (étant tous d'excellents conducteurs) pour donner libre passage à un courant électrique mediocrément fort, il n'en est pas de même pour les liquides, ou pour les corps imbibés d'humeur, qui sont des conducteurs beaucoup moins parfaits, et qui, par conséquent, ont bésoin d'un ample contact avec les conducteurs métalliques, et plus encore entr'eux, pour que le fluide électrique puisse passer avec assez de facilité, et pour qu'il ne soit pas trop retardé dans son cours, surtout lorsqu'il est mu avec très-peu de force, comme dans notre cas.

Au reste, les effets de mon appareil (les commotions qu'on éprouve) sont considérablement plus sensibles, à mesure que la température de l'air ambient, ou celle de l'eau, ou des disques mouillés qui entrent dans la composition de la colonne, et de l'eau même du bassin, est plus chaude; la chaleur rendant l'eau plus conductrice. Mais, ce qui la rend beaucoup meilleure encore, ce sont presque tous les sels, et notamment le sel commun. Voilà une des raisons, si non la seule, pourquoi il est avantageux que l'eau du bassin, et surtout celle interposée à chaque paire de plateaux métalliques, l'eau dont sont imbibés les disques de carton, etc. soit de l'eau salée, comme j'ai déja fait remarquer.

Mais tous ces moyens, et toutes ces attentions, enfin, n'ont qu'un avantage limité, et ne feront jamais qu'on puisse obtenir des commotions bien fortes, tant que l'appareil ne consistera qu'en une seule colonne formée de 20 paires seulement de plateaux, quoi qu'ils soient des deux meilleurs métaux pour ces expériences, savoir, d'argent et de zinc; car, s'ils étoient d'argent ou de plomb, ou d'étain, ou de cuivre et d'étain, on n'obtiendroit pas la moitié de l'effet, à moins qu'un nombre beaucoup plus grand ne suppléât à la moindre force de chaque paire. Or donc, ce qui augmente réellement la puissance électrique de cet appareil, et la peut porter au degré d'égaler, et de surpasser encore, celle de la torpille et de l'anguille tremblante, c'est le nombre des plateaux, arrangés de la manière, et avec les attentions, que j'ai expliqué. Si, aux 20 paires décrites ci-dessus, on en ajoute 20 ou 30 autres, disposées dans le même ordre, les commotions que pourra donner la colonne ainsi prolongée (je dirai tantôt comment on peut la soutenir, pour qu'elle ne s'écroule pas, ou, ce qui est mieux, la partager en deux ou plusieurs colonnes), seront déja beaucoup plus fortes, et s'étendront dans les deux bras jusqu'à l'épaule, surtout dans celui dont la main est plongée dans l'eau; laquelle main, avec le bras entier, en restera plus ou moins engourdie, si, en réitérant les attouchements avec fréquence, on fait succéder ces commotions l'une à l'autre rapidement et sans relâche. Cela, en plongeant toute, ou presque toute

la main dans l'eau du bassin; mais, si on ne plonge qu'un doigt seul, en tout ou partie, les commotions concentrées presque dans lui seul, en seront d'autant plus douloureuses, et si cuisantes qu'elles deviendront insupportables.

On s'attend bien que cette colonne, formée de 40 ou 50 couples de métaux, qui donne des commotions plus que médiocres aux deux bras d'une personne, pourra en donner encore de sensibles à plusieurs, qui, se tenant par leurs mains (suffisamment humides), forment une chaine non interrompue.

Révenant à la construction mécanique de mon appareil, qui est susceptible de plusieurs variations, je vais décrire ici, non pas toutes celles que j'ai imaginées et exécutées, soit en grand, soit en petit, mais quelques unes seulement, qui sont ou plus curieuses, ou plus utiles; qui présentent quelqu'avantage réel, comme d'être d'une exécution plus facile, ou plus expéditive, d'être plus immanquables dans leurs effets, ou plus long-tems conservables en bon état.

Et pour commencer par une, qui, réunissant a-peu-près tous ces avantages, différe le plus, quant à sa figure, de l'appareil à colonne décrit ci-dessus, mais qui a le desavantage d'être une machine beaucoup plus volumineuse; je vous présente ce nouvel appareil, que j'appellerai a couronne de tasses, dans la figure ci-jointe. (Pl. 2.e, fig. 1.)

On dispose donc une rangée de plusieurs tasses ou coupes, de quelque matière que ce soit, ex-

ceptés métaux, de tasses de bois, d'ecaille, de terre, ou mieux de cristal, (des petits verres à boire ou gobelets, sont les plus à-propos), à demi pleines d'eau pure, ou mieux d'eau salée, ou de lessive; et on les fait communiquer toutes, on en forme une espèce de chaine, par le moyen d'autant d'arcs métalliques, dont un bras A*a*, ou seulement l'extrémité A, qui plonge dans un des gobelets, est de cuivre rouge, ou jaune, ou mieux de cuivre argenté, et l'autre Z, qui plonge dans le gobelet suivant, est d'étain, ou mieux de zinc. J'observerai ici, en passant, que la lessive et les autres liqueurs alcalines sont préférables, lorsqu'un des métaux qui doivent plonger, est l'étain; l'eau salée est préférable, lorsque c'est le zinc. Les deux métaux dont chaque arc se compose, sont soudés ensemble, dans quelque endroit que ce soit, au-dessus de la partie qui plonge dans le liquide, et qui doit le toucher par une surface suffisamment large: il est pour cela convénable, que cette partie soit une lame d'un pouce quarré, ou très-peu moins; le reste de l'arc peut être plus étroit tant qu'on veut, et même un simple fil métallique. Il peut aussi être d'un troisième métal, différent des deux qui plongent dans le liquide des gobelets; puique l'action sur le fluide électrique, qui resulte de tous les contacts de plusieurs métaux qui se succedent immédiatement, la force avec la quelle ce fluide se trouve poussé à la fin, est la même absolument, ou à-peu-près, que celle qu'il auroit reçu par le contact immediat du premier métal avec le

dernier, sans aucun des métaux intermédiaires, comme j'ai verifié par de expériences directes dont j'aurai occasion de parler ailleurs.

Or donc, une suite de 30, 40, 60, de ces gobelets, enchainés de cette manière, et rangés, soit dans une ligne droite, soit dans une courbe, ou repliée de toutes les manières, forme tout ce nouvel appareil; qui dans le fond, et en substance, est le même que l'autre à colonne, décrit plus haut; l'essentiel, qui consiste dans la communication immédiate des métaux différents qui forment chaque couple, et médiate d'une couple avec l'autre, savoir, par l'intermède d'un conducteur humide, ayant lieu pour l'un aussi bien que pour l'autre de ces appareils.

Quant à la manière de mettre celui a gobelets à l'epreuve, et quant aux différentes expériences aux quelles il peut servir, je n'ai pas besoin d'en dire beaucoup, après ce que j'ai fait observer, et expliqué amplement, au sujet de l'autre à colonne. On comprendra aisément, que pour avoir la commotion, il suffit de plonger une main dans un des gobelets, et un doigt de l'autre main dans un autre gobelet, assez éloigné de celui-là; que cette commotion sera d'autant plus forte que ces deux vases seront plus éloignés l'un de l'autre, c'est-à-dire, qu'il y en aura un plus grand nombre d'intermédiaires; que, par conséquent, on aura la plus forte, en touchant le premier et le dernier de la chaine. On comprendra aussi comment, et pourquoi, les expériences réussiront beaucoup mieux, en empoi-

gnant, et serrant, dans une main bien humectée, une lame métallique assez large, (afin que la communication soit ici assez parfaite, et se fasse par un grand nombre de points), et touchant avec cette lame l'eau du gobelet, ou plutôt l'arc métallique désigné, tandis que l'autre main se trouve plongée dans l'autre gobelet éloigné, ou touche, avec une lame empoignée de même, l'arc de celui-ci. Enfin on comprendra, et on pourra même prévoir le succès d'une grande variété d'expériences, qu'on peut exécuter avec cet appareil à couronne de tasses, plus facilement, et d'une manière plus évidente et parlante, pour ainsi dire, aux yeux, qu'avec l'autre appareil à colonne. Je me dispenserai donc de décrire un grand nombre de ces expériences faciles à deviner, et j'en rapporterai seulement quelques unes, qui ne sont pas moins instructives qu'amusantes.

Soient trois vingtaines de ces tasses ou gobelets, rangés et enchainés l'un à l'autre par les arcs métalliques, mais de façon que, pour la première vingtaine, ces arcs soient tournés dans le même sens, par exemple, le bras d'argent tourné à gauche, et le bras de zinc à droite; et pour la seconde vingtaine, en sens contraire, c'est à dire, le zinc à gauche, et l'argent à droite; enfin, pour la troisième vingtaine, de nonveau, l'argent à gauche, comme pour la première. Ces choses ainsi disposées, plongez un doigt dans l'eau du premier gobelet, et touchez, avec la lame empoignée par l'autre main, de la manière préscrite, le premier

arc métallique, (celui qui joint le premier gobelet au second), puis l'autre arc, qui embrasse le second et le troisième gobelet, et successivement les autres arcs, jusqu'à les parcourir tous. Si l'eau est bien salée et tiève, et la peau des mains assez humectée et ramollie, vous commencerez déja à éprouver une petite commotion dans le doigt, lorsque vous serez parvenu à toucher le 4.e ou le 5.e arc. je l'ai éprouvée quelque fois assez distinctement par le contact du 3.e); et, en passant successivement au 6.e, 7.e etc. les secousses augmenteront graduellement de force, jusqu'au 20.e arc, c'est-à-dire, jusqu'au dernier de ceux tournés dans le même sens: mais, en passant outre, au 21.e, 22.e, 23.e, ou 1.er, 2.e, 3.e, de la seconde vingt aine, dans la quelle ils sont tous tournés en sens contraire, les secousses deviendront à chaque pas moins fortes, si bien, qu'au 36.e, ou 37.e, elles seront imperceptibles, et absolument nulles au 40.e; passé le quel, (et commençant la troisième vingt aine, opposée à la seconde, et analogue à la première), les secousses seront encore imperceptibles, jusqu'au 44.e ou 45.e arc; mais elles recommenceront à devenir sensibles, et à augmenter graduellement, à mesure que vous avancerez, jusqu'au 60.e, où elles seront arrivées à la même force du 20.e arc.

Or, si les 20.e arcs du milieu étoient tournés dans le même sens que les 20.e précedents et les 20.e suivants, si tous le 60.e conspiroient à pousser le fluide électrique dans la même direction, on

comprend de combien l'effet seroit plus grand à la fin, et la commotion plus forte; et en général on comprend comment, et jusqu'à quel point, elle doit être affoiblie, dans tous les cas ou un nombre plus ou moins grand de ces forces, par la position des métaux à l'opposite, se contrarient. Si la chaine est interrompue quelque part, soit que l'eau manque dans une des tasses. soit qu'un des arcs metalliques ait été enlevé, ou qu'il soit séparé en deux pièces, vous n'aurez aucune commotion en plongeant un doigt dans l'eau du premier, et un autre dans l'eau du dernier vase; mais vous l'aurez, forte ou foible, selon les circonstances, (laissant ces doigts plongés), au moment qu'on rétablira la communication rompue, au moment qu'une autre personne plongera dans les deux tasses où manque l'arc, deux de ses doigts, (qui seront aussi frappés d'une légère commotion), ou mieux, qu'elle y plongera ce même arc qu'on avoit ôté, ou un autre quelconque; et, dans le cas de l'arc separé en deux pièces, au moment qu'on ramenera celles-ci au contact mutuel; (de la quelle manière la commotion sera plus forte qu'autrement); enfin, dans le cas de la tasse vuide, au moment qu'en y versant de l'eau, elle abordera aux deux bras métalliques enfoncés dans cette tasse, et qui se trouvoient à sec.

Lorsque la chaine ou couronne de tasses est assez longue, et en état de pouvoir donner une forte commotion, on l'eprouvera, quoique beaucoup plus foible, quand même on tiendroit plon-

gés les deux doigts, ou les deux mains, dans un seul bassin d'eau assez grand, dans lequel aboutissent le premier et le dernier arc métalliques, pourvu que l'une ou l'autre de ces mains enfoncées, ou mieux toutes les deux, on les tienne respectivement en contact de ces mêmes arcs, ou assez près du contact; on éprouvera, dis-je, une commotion, au moment qne (la chaine se trouvant interrompue quelque part) la communication sera rétablie, et le cercle completé, d'une des manières qu'on vient de dire. Or, on pourroit être surpris, que dans ce cercle, le courant électrique ayant son passage libre à travers un masse d'eau non interrompue, dans cette eau qui remplit le bassin, quitte ce bon conducteur, pour se jetter, et poursuivre son cours, à travers le corps de la personne qui tient ses mains plongées dans cette même eau, en faisant ainsi un plus long trajet. Mais la surprise cessera, si on reflechit, que les substances animales vivantes et chaudes, et surtout leus humeurs, sont en général des meilleurs conducteurs que l'eau. Le corps donc de la personne qui plonge les mains dans l'eau, offrant un passage plus facile que cette eau au torrent électrique, celui-ci doit le préférer,.quoiqu'un peu plus long. Au reste, comme le fluide électrique, lorsqu'il doit traverser en quantité des conducteurs qui ne sont pas parfaits, et nommément des conducteurs humides, aime à s'étendre dans un canal plus large, ou à se partager en plusieurs, et a prendre même des détours, trouvant en cela moins de ré-

sistance qu'a suivre un seul canal, quoi que plus court; ce n'est dans notre cas qu'une partie du torrent électrique, qui, s'écartant de l'eau, prend cette nouvelle route de la personne, et la parcourt d'un bras à l'autre : une autre partie, plus ou moins grande, passe à travers l'eau du bassin. Voilà la raison pourquoi la secousse qu'on éprouve, est beaucoup plus foible que lorsque le courant électrique n'est point partagé, lorsque la personne fait seule la communication d'un arc à l'autre etc.

D'après ces expériences, on peut croire, que lorsque la torpille veut donner une secousse aux bras de l'homme, ou aux animaux qui la touchent, ou qui s'approchent de son corps sous l'eau, (laquelle secousse est pareillement beaucoup plus foible que celle que le poisson peut donner hors de l'eau), elle n'a qu'à rapprocher quelques unes des parties de son organe électrique, là, où, par quelque intervalle, la communication manque; qu'à ôter ces interruptions entre l'une et l'autre des colonnes dont est formé le dit organe, ou entre ces membranes en forme de disques minces, qui gissent les unes sur les autres, du fond jusqu'au sommet de chaque colonne; elle n'a, dis-je, qu'à ôter ces interruptions dans un ou plusieurs endroits, et y faire naître le contact convenable, soit en comprimant ces mêmes colonnes, soit en faisant couler entre les pellicules ou diaphragmes soulévés, quelqu'humeur etc. Voilà quelle peut être, et comme j'imagine, quelle est réellement, toute la tâche de la torpille, en donnant la commotion; car tout

le reste, je veux dire l'incitation et mouvement donné au fluide électrique, n'est qu'un effet nécessaire de son organe singulier, formé, comme on voit, d'une suite très-nombreuse de conducteurs, que j'ai tout le fondement de croire assez differents entr'eux pour être aussi moteurs du fluide électrique, dans leurs contacts mutuels, et de les supposer arrangés de la manière convenable pour pousser ce fluide avec une force suffisante, du haut en bas, ou de bas en haut, et déterminer un courant capable de produire la commotion etc. sitôt, et chaque fois, que tous les contacts et communications nécessaires ont lieu.

Mais laissons maintenant la torpille, et son organe électrique naturel, et revenons à l'organe électrique artificiel de mon invention, et particulièrement à celui qui imite le premier, même par la forme, (cur celui à gobelets s'en éloigne à cet egard), revenons à mon premier appareil à colonne. J'aurois quelque chose à dire par rapport à la construction du dit appareil à gobelets ou à couronne de tasses, par exemple, qu'il est bon que la première et la dernière tasse soient assez grandes pour pouvoir y plonger, à l'occasion, toute la main etc.; mais il seroit trop long d'entrer dans tous ces details.

Quant à l'appareil à colonne, j'ai cherché les moyens de l'allonger beaucoup, en multipliant les plateaux métalliques sans qu'elle s'écroulât; de rendre cet instrument commode et portatif, et sur tout, durable; et j'ai trouvé, entr'autres, les sui-

vants, que je vous mets sous les yeux, par les figures ci-jointes. (Pl. 2.e, fig. 2, 3, 4).

Dans la fig. 2.e, *m*, *m*, *m*, *m*, sont des montants ou baguettes, au nombre de trois, quatre, ou plus, qui s'élèvent du pied de la colonne, et renferment, comme dans une cage, les plateaux ou disques posés les uns sur les autres, en tel nombre, et jusqu'à la hauteur qu'on veut, et les empêchent ainsi de tomber. Les baguettes peuvent être de verre, de bois, ou de métal; seulement, dans ce dernier cas, il faut empêcher qu'elles touchent immediatement les plateaux; ce qu'on peut faire, ou en couvrant chacune de ces baguettes métalliques avec un tube de verre, ou en interposant entre celles et la colonne, quelques bandes de toile cirée, de papier huilé, ou même de papier simple, ou tout autre corps enfin, qui soit ou cohibant ou mauvais conducteur: le bois, ou le papier, le sont assez pour notre cas, pourvu seulement qu'ils ne soient pas extrêmement humides, ou mouillés.

Mais le meilleur expédient, lorsqu'on veut former l'appareil d'un nombre très-grand de plateaux, audelà, par exemple, de 60, 80, 100, est de partager la colonne en deux ou plusieurs, comme on voit dans le figures 3 et 4; (Pl. 2.e) où les pièces ont toutes leurs positions et communications respectives, comme si c'étoit une seule colonne. On peut en effet regarder la fig. 4.e, aussi bien que la 3.e, comme une colonne repliée.

Dans toutes ces figures, les plateaux métalliques différents sont designés par les lettres A et Z; (qui

sont les initielles d'argent et de zinc); et les disques mouillés (de carton, et de peau etc.) interposés à chaque couple de ces métaux, par une couche noire.

Les lignes ponctuées marquent l'union d'un métal avec l'autre, dans chaque couple, leur contact mutuel par un nombre quelconque de points; ce qui est indifférent, ou qu'ils sont soudés ensemble, ce qui est bien à plus d'un égard; *c c*, *c c*, *c c*, sont des plaques métalliques, qui font communiquer une colonne, ou section de colonne, à l'autre; et *b*, *b*, *b*, *b*, *b*, sont les bassins d'eaux, en communication avec les pieds ou extrémités des colonnes.

Un appareil ainsi monté est assez commode, pas volumineux, et on pourroit le rendre encore plus facilement et plus sûrement portatif, à l'aide de quelques étuis ou canons, dans lesquels on enfermeroit et garderoit chaque colonne. C'est dommage seulement qu'il ne dure pas long-tems en bon état; les disques mouillés se desséchant dans un ou deux jours, au point qu'il faut les humecter de nouveau; ce qu'on peut faire pourtant, sans démonter tout l'appareil, en plongeant les colonnes toutes faites dans l'eau, et (les ayant retirées quelques tems après) les essuyant à l'extérieur avec un linge, ou autrement, le mieux qu'on peut.

La meilleure manière d'en faire un instrument aussi durable qu'on peut le souhaiter, seroit d'enfermer et retenir l'eau interposée à chaque couple de métaux, et de fixer ces mêmes plateaux à leurs

places, en enveloppant de eire ou depoix toute la colonne; mais la chose est un peu difficile pour l'exécution, et exige beaucoup de patience. I'y ai pourtant réussi; et j'ai formé, de cette manière, deux cilindres de 20 couples métalliques, qui me servent encore assez bien, après quelques semaines, et serviront, j'espère, après des mois.

On a la commodité de pouvoir employer ces cilindres aux expériences, non seulement debout, mais inclinés, ou couchés, comme on veut, et même plongés dans l'eau, la tête seulement dehors: ils pourroient encore donner la commotion plongés entièrement, s'ils contenoient un nombre plus grand de plateaux, ou si plusieurs de ces cilindres étoient joints ensemble, et qu'il y eût quelqu'interruption, qu'on pût ôter a volonté, etc. avec quoi, ces cilindres imiteroient assez bien l'anguille tremblante; pour mieux ressembler à laquelle, même dans l'extérieur, ils pourroient être joints ensemble par des fils métalliques pliables, ou des ressorts à boudin, et être couverts dans toute la longueur d'une peau, et se terminer en une tête et en une queue, bien configurées etc.

Les effets sensibles à nos organes que produit un appareil formé de 40, ou 50 paires de plateaux, (et même un moins grand, si l'un des métaux étant argent ou cuivre, l'autre est zinc), ne se réduisent pas simplement aux commotions · le courant de fluide électrique, mu et sollicité par un tel nombre et espèces de conducteurs differents, argent, zinc, et eau, alternativement disposés dela

manière décrite, n'excite pas seulement des contractions et spasmes dans les muscles, des convulsions plus ou moins violentes dans les membres qu'il traverse dans son cours, mais il irrite aussi les organes du goût, de la vue, de l'ouie, et du tact proprement dit, et y produit des sensations propres à chacun.

Et, premièrement, quant au sens du tact; si, au moyen d'un ample contact de la main (bien humectée) avec une lame métallique, ou mieux, en plongeant la main profondément dans l'eau du bassin, j'établis d'un coté une bonne communication avec une des extrémités de mon appareil électro-moteur, (il faut donner de nouveaux noms à des instruments nouveaux, non seulement par la forme, mais aussi par les effets, ou par le prinpe d'où ils dependent), et de l'autre coté j'applique le front, la paupière, le bout du nez, aussi humectés, ou quelque autre partie du corps où la peau soit assez delicate; j'applique, dis-je, avec un peu de pression, quelqu'une de ces parties délicates, bien humectées, contre la pointe d'un fil métallique, qui va communiquer convenablement à l'autre extrémité du dit appareil, je sens, au moment que s'accomplit ainsi le cercle conducteur, à l'endroit touché de la peau, et un peu au-delà, un coup et une piqûre, qui passent vite, et se repètent autant de fois qu'on interrompt et rétablit ce cercle; de sorte que, si ces alternatives sont fréquentes, elles me causent un trémoussement, et un picotement fort désagréable. Mais,

si toutes le communications continuent sans ces alternatives, sans la moindre interruption du cercle, je ne ressens plus rien pour quelques moments; passés les quels, commence à la partie appliquée au bout du fil métallique, une autre sensation, qui est une douleur aigue, (sans secousse), limitée précisément aux points du contact, une cuisson, non seulement continuée, mais qui va toujours en augmentant, au point de devenir en peu de tems insupportable, et qui ne cesse qu'en interrompant le cercle.

Quelle preuve plus évidente de la continuation du courant électrique, pour tout le tems que les communications des conducteurs qui forment le cercle continuent ? et que seulement en interrompant celui-ci, un tel courant est suspendu ? cette circulation sans fin du fluide électrique, (ce mouvement perpetuel), peut paroitre paradoxe, peut n'être pas explicable; mais elle n'en est pas moins vraie et réelle, et on la touche, pour ainsi dire, des mains. Une autre preuve évidente peut aussi se tirer de ce que dans ces sortes d'expériences, on éprouve souvent, au moment qu'on interrompt brusquement le cercle, un coup, une piqûre, une commotion, suivant les circonstances, tout comme au moment qu'on le complete; avec la seule différence, que ces sensations, causées par une espèce de reflux du fluide électrique, ou par la secousse qui nait de la suspension soudaine de son courant, sont plus foibles. Mais je n'ai pas besoin, et ce n'est pas ici le lieu, d'alléguer les preuves d'une telle circulation

sans fin du fluide électrique dans un cercle de conducteurs, où il y en a qui, pour être de différente espèce, font par leur contact mutuel l'office d'excitateurs ou moteurs: cette proposition, que j'ai avancée dès mes premières recherches et découvertes au sujet du Galvanisme, et toujours soutenue, en l'appuyant de nouveaux faits et expériences, n'aura plus, j'espère, de contradicteurs.

Revenant à la sensation de douleur qu'on éprouve dans les expériences décrites ci-dessus, je dois ajouter, que si cette douleur est assez forte et piquante dans les parties que la peau recouvre, elle l'est beaucoup plus où la peau a été enlevée, dans les blessures, par exemple, et les plaies recentes. Si par hazard il y a une petite incision, ou écorchure, au doigt que je plonge dans l'eau communiquante avec une des extrémités de l'appareil électromoteur, j'y ressens une douleur si vive, si cuisante, lorsqu'en établissant la communication convenable avec l'autre extrémité j'en complete le cercle, que je dois bien tôt me désister de l'expérience, c'est-à-dire retirer le doigt, ou interrompre de quelque autre manière ce cercle. Je dirai plus, que je ne puis pas même resister au-delà de quelques secondes, lorsque la partie de l'appareil que je mets en jeu, ou l'appareil entier, ne va qu'à 20 couples métalliques, ou environ.

Une chose que je dois encore faire remarquer, c'est que toutes ces sensations de picotement et de douleur sont plus fortes et plus aigues, les autres choses égales, lorsque la partie du corps qui doit les ressentir

se trouve du coté de l'électricité négative, c'est-à-dire, placée de manière dans le cercle conducteur, que le fluide électrique parcourant ce cercle ne soit pas dirigé coutre cette partie sensible, qu'il ne s'avance pas vers elle et y entre de dehors en dedans, mais bien que sa direction soit de dedans en dehors, en un mot, qu'il en sorte : par rapport à quoi, il faut connoître, des deux métaux qui entrent par couples dans l'appareil construit, quel est celui qui donne à l'autre. Or, j'avois déjà déterminé cela pour tous les métaux, par d'autres expériences, publiées il y a long-tems, à la suite de mes premiers mémoires au sujet du Galvanisme. Je ne dirai donc ici autre chose, sinon que tout est pleinement confirmé, par les expériences également et encore plus démonstratives et éclatantes, qui m'occupent à présent.

Par rapport au sens du goût, j'avois déjà découvert, et publié dans ces premiers mémoires, où je me vis obligé de combattre la prétendue électricité animale de Galvani, et de la déclarer une électricité extrinsèque, mue par le contact mutuel des métaux de différente espèce ; j'avois, dis-je, découvert, en conséquence de ce pouvoir que j'attribuois aux métaux, que deux pièces de ces métaux différents, et singulièrement une d'argent et une de zinc, appliquées convenablement, excitoient, sur le bout de la langue, des sensations de saveur très marquées ; que la saveur étoit décidément acide, si, le bout de la langue étant tourné vers le zinc, le courant électrique alloit contre lui, et entroit ; et

qu'une autre saveur, moins forte, mais plus désagréable, acre, et tirante à l'alcalin, se faisoit sentir, si (la position des métaux étant renversée) le courant électrique sortoit du bout de la langue; que ces sensations, au surplus, continuoient, et recevoient même des accroissements, pendant plusieurs secondes, si le contact mutuel des deux métaux se soutenoit, et le cercle conducteur n'étoit nulle part interrompu. Or, quand j'ai dit ici que les mêmes phénomènes arrivent ponctuellement, lorsqu'on met à l'épreuve, au lieu d'une seule couple de ces pieces métalliques,un assemblage de plusieurs, arrangés comme il faut; et que les dites sensations de saveur, soit acide, soit alcaline, augmentent, mais peu, avec le nombre de ces couples, j'ai presque tout dit. Il me reste seulement à ajouter, que si l'appareil qu'on met en jeu pour ces expériences sur la langue, est formé d'un nombre assez grand de couples métalliques de cette espèce, si, par exemple, il en contient 30, 40, ou davantage, la langue n'éprouve pas uniquement la sensation de saveur qu'on vient de dire, mais en outre, celle d'un coup, qui la frappe à l'instant qu'on complette le cercle, et qui lui cause une piqûre plus ou moins douloureuse, mais passagère, suivie, quelques moments après, de la sensation durable de saveur. Ce coup produit même une convulsion, ou trémoussement, d'une partie, ou de toute la langue, lorsque l'appareil, formé d'un plus grand nombre encore de couples des dits métaux, est plus actif, et que, moyennant de bonnes communications conductri-

ces, le courant électrique qu'il excite peut passer partout avec assez de liberté.

Je reviens souvent, et j'insiste, sur cette dernière condition, par ce qu'elle est essentielle, pour toutes les expériences où il s'agit d'obtenir des effets bien sensibles sur notre corps, soit des commotions dans les membres, soit des sensations dans les organes des sens. Il faut donc, que les conducteurs non-métalliques qui entrent dans le cercle, soient des bons conducteurs autant que possible, bien imbibés (s'ils ne sont pas des liquides eux mêmes) d'eau, ou de quelque autre fluide plus conducteur que l'eau pure; et il faut, outre cela, que les surfaces bien humides, par lesquelles ils communiquent avec les conducteurs métalliques, et surtout entr'eux, soient assez larges. La communication doit seulement être rétrécie, ou réduite à un petit nombre de points de contact, là où l'on veut concentrer l'action électrique sur une partie des plus sensibles du corps, sur quelques nerfs des sens etc. comme je l'ai déjà fait remarquer, à propos des expériences sur le tact, savoir, des expériences par lesquelles on excite des douleurs aigues dans différentes parties. Ainsi donc, la meilleure manière que j'ai trouvée, de produire sur la langue toutes les sensations décrites, est d'appliquer son bout contre l'extrémité pointue (qui ne le soit pas pourtant trop) d'une verge métallique, que je fais communiquer convenablement, comme dans les autres expériences, à une des extrémités de mon appareil, et d'établir une bonne communication de la main,

ou, ce qui est mieux, des deux mains ensemble, avec l'autre extrémité. Cette application du bout de la langue au bout de la verge métallique, peut, au reste, ou exister déjà, lorsqu'on va faire l'autre communication pour completer le cercle (lorsqu'on va plonger la main dans l'eau du bassin), ou se faire après l'établissement de cette communication, pendant que la main se trouve plongée; et, dans ce dernier cas, je crois sentir la piqûre et la secousse dans la langue, un tant-soit-peu avant le véritable contact. Oui, il me paroit toujours particulièrement si j'avance peu-à-peu le bout de la langue, que lorsqu'il est arrivé à une très-petite distance du métal, le fluide électrique (je voudrois presque dire l'étincelle), franchissant cet intervalle, s'élance pour le frapper.

A l'égard du sens de la vue, que j'avois aussi découvert pouvoir être affecté par le foible courant du fluide électrique, procédant du contact mutuel de deux métaux différents, en général, et en particulier d'une pièce d'argent avec une de zinc, je devois m'attendre, que la sensation de lumière excitée par mon nouvel appareil, seroit plus forte, à mesure qu'il contiendroit un plus grand nombre de pièces de ces métaux; chaque couple desquels, arrangées comme il faut, ajoute un dégré de force au dit courant électrique, comme toutes les autres expériences le montrent, et notamment celles avec l'électromètre, aidé du condensateur, que j'ai seulement indiquées, et que je décrirai ailleurs. Mais je fus surpris de trouver, qu'avec 10, 20, 30 couples,

et davantage, l'éclair produit ne paroissoit ni plus long et étendu, ni beaucoup plus vif, qu'avec une seule couple. Il est vrai, cependant, que cette sensation de lumière foible et passagère, est excitée par un tel appareil plus aisément, et de plusieurs manières. En effet, pour réussir avec une seule couple, il n'y a, à-peu-près, que les manières suivantes; savoir, ou qu'une des pièces métalliques soit appliquée au bulbe même de l'œil, ou à la paupière, bien humectée, et qu'on la fasse toucher à l'autre métal appliqué à l'autre œil, ou tenu dans la bouche, ce qui donne le plus bel éclair; ou, qu'on empoigne cette seconde pièce métallique, avec la main bien humectée, et qu'on la porte au contact de la première; ou enfin, qu'on applique ces deux lames à certaines parties de l'intérieur de la bouche, en les faisant aussi communiquer entr'elles. Mais, avec un appareil de 20, 30 couples, etc. on produit le même éclair, en appliquant au bout d'une lame ou verge métallique, qui soit en communication avec une des extrémités de cet appareil, tandis que d'une main on communique convénablement avec l'autre extrémité; en appliquant, dis-je, ou faisant toucher à cette-là non-seulement l'œil, ou quelque partie que ce soit de la bouche, mais le front, le nez, les joues, les levres, le menton, et jusqu'à la gorge; en un mot, toutes les parties et points du visage, qu'on doit seulement avoir bien humectés, avant de les porter au contact de la lame métallique. Au reste, la forme, comme la force, de cette lumière passagère

qu'on apperçoit, varie un peu, en variant les endroits de la face sur lesquels on porte l'action du courant électrique; si c'est sur le front, par exemple, cette lumière est médiocrement vive, et paroit comme un cercle lumineux, sous laquelle figure elle se présente aussi dans plusieurs autres essais.

Mais la plus curieuse de toutes ces expériences est de tenir la lame métallique serrée entre les levres, et en contact du bout de la langue; puisque, lorsqu'on vient ensuite completer le cercle, de la manière convénable, on excite à la fois, si l'appareil est suffisamment grand, en bon ordre, et le courant électrique assez fort et en bon train, une sensation de lumière dans les yeux, une convulsion dans les levres, et même dans la langue, une piqûre douloureuse sur son bout, suivie enfin de la sensation de saveur.

Je n'ai plus qu'à dire un mot sur l'ouie. Ce sens, que j'avois inutilement cherché à exciter avec deux seules lames métalliques, quoique les plus actives entre tous les moteurs d'électricité, savoir, une d'argent, ou d'or, et l'autre de zinc, je suis enfin parvenu à l'affecter avec mon nouvel appareil, composé de 30 ou 40 couples de ces métaux. J'ai introduit, bien avant dans les deux oreilles, deux espèces de sondes ou verges métalliques, avec les bouts arrondis; et je les ai fait communiquer immédiatement aux deux extrémités de l'appareil. Au moment que le cercle a été ainsi complété, j'ai reçu une secousse dans la tête; et, quelques moments après (les communications

continuant sans aucune interruption), j'ai commencé à sentir un son, ou plutôt un bruit, dans les oreilles, que je ne saurois bien définir; c'étoit une espèce de craquement à secousse, ou pétillement, comme si quelque pâte ou matière tenace bouillonnoit. Ce bruit continua sans relâche, et sans augmentation, tout le tems que le cercle fut complet, etc. La sensation désagréable, et que je craignis dangereuse, de la secousse dans le cerveau, a fait que je n'ai pas repété plusieurs fois cette expérience.

Reste le sens de l'odorat, que j'ai tenté jusqu'ici inutilement, avec mon appareil. Le fluide électrique, qui, mis en courant dans un cercle complet de conducteurs, produit dans les membres et parties des corps vivants qui se trouvent comprises dans ce cercle, des effets correspondants à leur excitabilité; qui, stimulant particulièrement les organes ou nerfs du tact, du goût, de la vue, et de l'ouie, y excite quelques sensations propres à chacun de ces sens, comme nous avons trouvé, ne produit, dans l'intérieur du nez, qu'un picotement plus ou moins douloureux, et des commotions plus ou moins étendues, selon que le dit courant est plus ou moins fort. Et d'où vient donc, qu'il n'y excite aucune sensation d'odeur, quoiqu'il arrive, comme il paroit, à stimuler les nerfs de ce sens? On ne peut pas dire, que le fluide électrique, par lui même, ne soit pas propre à produire des sensations odorantes; puisque, lorsqu'il se repand dans l'air, en forme d'aigrettes, etc. dans les ex-

périences ordinaires des machines électriques, il porte au nez une odeur très marquée, ressemblante à celle du phosphore. Je dirai donc, avec plus de ressemblance, et sur un fondement d'analogie avec les autres matières odoriférantes, qu'il faut justement qu'il se repande dans l'air, pour exciter l'odorat; qu'il a besoin, comme les autres effluves, du vehicule de l'air, pour affecter ce sens de la manière propre a y faire naître les sensations d'odeur. Or, dans les expériences dont il est question, c'est-à-dire, du courant électrique dans un cercle de conducteurs tous contigus, et sans la moindre interruption, cela ne peut absolument avoir lieu.

Tous les faits que j'ai rapportés dans ce long écrit, touchant l'action que le fluide électrique, incité et mu par mon appareil, exerce sur les différentes parties de notre corps, que son courant envahit et traverse; action qui, au surplus, n'est pas momentanée, mais soutenue et durable pour tout le tems que, les communications n'étant point interrompues, ce courant suit son train; action, enfin, dont les effets varient suivant la différente excitabilité de ces parties, comme on a vu; tous ces faits, déjà assez nombreux, et d'autres qu'on pourra encore découvrir, en multipliant et variant les expériences de ce genre, vont ouvrir un champ assez vaste de réflexions, et des vues, non seulement curieuses, mais intéressantes particulièrement la médecine. Il y en aura pour occuper l'anatomiste, le physiologiste, et le practicien.

On sçait, par l'anatomie qui en a été faite, que

l'organe électrique de la torpille, et de l'anguille tremblante, consiste en plusieurs colonnes membraneuses, remplies d'un bout à l'autre d'un grand nombres de lames ou pellicules, en forme de disques très minces, couchées les unes sur les autres, ou soutenues à de très petits intervalles, dans lesquels coule, comme il paroit, quelque humeur. Or, on ne peut pas supposer, qu'aucune de ces lames soit isolante, comme le verre, les resines, la soye, etc. et moins encore, qu'elles puissent, ou s'électriser par frottement, on être disposées et chargées à la manière de petits tableaux Frankliniens, ou de petits électrophores; ni même, qu'elles soient d'assez mauvais conducteurs pour faire l'office d'un bon et durable condensateur, comme l'a imaginé M.r Nicholson. L'hypothése de ce savant et laborieux physicien, par laquelle il fait chaque paire de ces pellicules, qu'il voudroit comparer à des feuilles de talc, autant de petits électrophores ou condensateurs, est, à la vérité, très-ingenieuse; c'est peu-être ce qu'on a imaginé de mieux pour l'explication des phénomènes de la torpille, en se tenant aux principes et lois connues jusqu'ici en électricité. Mais, outre que le mécanisme par lequel devroit s'opérer, pour chaque coup que ce poisson voudroit donner, la séparation respective des plateaux, de tous ou d'un grand nombre de ces électrophores ou condensateurs; devroient, dis-je, s'opérer toutes ces séparations à la fois, et s'établir, d'un coté une communication entr'eux de tous les plateaux électrisés en plus, et, de l'autre coté, une communica-

tion de tous ceux électrisés en moins, comme le veut M.r Nicholson; outre que ce mécanisme très compliqué paroit trop difficile, et peu naturel; outre que la supposition d'une charge électrique, originairement imprimée, et si durable, dans ces pellicules faisant l'office d'électrophores, est tout-à-fait gratuite; une telle hypothése tombe entièrement, vu que ces pellicules de l'organe de la torpille ne sont, et ne peuvent être, aucunement isolantes, ou susceptibles d'une véritable charge électrique, et moins encore capables de la retenir. Toute substance animale, tant qu'elle est fraiche, entourée d'humeurs, et plus ou moins succulente elle même, est un assez bon conducteur: je dis plus; bien loin d'être aussi cohibente que les résines, ou le talc, aux feuilles du quel M.r Nicholson cherche à comparer les pellicules dont il est question, il n'y a point, comme je me suis assuré, de substance animale vivante, ou fraiche qui ne soit meilleure déférente que l'eau, excepté seulement la graisse, et quelques humeurs huileuses. Mais, ni ces humeurs, ni la graisse, surtout à demi fluide, ou fluide entièrement, comme elle se trouve dans les animaux vivants, peut recevoir une charge électrique, à la manière des la nes isolantes, et la retenir; d'ailleurs, on ne trouve pas, que les pellicules et les humeurs de l'organe de la torpille soient graisseuses ou huileuses. Ainsi donc cet organe formé uniquement de substances conductrices, ne peut être rapporté, ni à l'électrophore ou condensateur, ni à la bouteille de Leyde, ni à une machine quelconque excitable,

soit par frottement, soit par quelque autre moyen capable d'électriser des corps isolants, qu'on à toujours crus, avant mes découvertes, les seuls originairemeut électriques.

A quelle électricité donc, à quel instrument, doit-il être comparé, cet organe de la torpille, de l'anguille tremblante, etc.? à celui que je viens de construire, d'après le nouveau principe d'électricité que j'ai découvert il y a quelques années, et que mes expériences successives, sur-tout celles qui m'occupent maintenant, ont si bien confirmé, savoir, que les conducteurs sont aussi, dans certains cas, moteurs d'électricité, dans le cas du contact mutuel de ceux de différente espèce, etc. à cet appareil, que j'ai nommé Organe électrique artificiel, et qui, étant dans le fond le même que l'organe naturel de la torpille, lui ressemble encore pour la forme, comme j'ai déjà avancé.

SOPRA ALCUNI
FENOMENI CHIMICI
OTTENUTI COL NUOVO APPARECCHIO
ELETTRICO

LETTERA
DIRETTA
AL SIG. PROF. BRUGNATELLI

Questa lettera è stata estratta dagli Annali di Chimica del Prof. Brugnatelli, Vol. 18. pag. 1. anno 1800.

Invece della descrizione del mio nuovo apparato, che chiamo Organo elettrico artificiale per essere fondato sopra i medesimi principj, e simile anche nella forma, secondo la sua prima costruzione, all' organo natnrale della torpedine, invece, dico, della descrizione di tal apparato, ch' è ormai noto dapertutto, e della lunga memoria, che sto terminando sul medesimo, e che mi cresce ogni giorno tralle mani, la quale contiene, oltre le varie costruzioni da me immaginate ed eseguite molte sperienze, e ritrovati che riguardano i segni, ch' esso è capace di dare all' Elettrometro, la scossa ed altri effetti non meno interessanti che curiosi, che produce sopra il tatto e gli altri sensi, e sopra diverse funzioni dell' Economia animale, vi mando, amico, e collega stimatissimo, per la continuazione de' vostri Annali di Chimica una lettera del Consigliere Marsilio Landriani da Vienna, ed una mia responsiva, concernente la scoperta di alcuni fenomeni chimici mirabilissimi, che il medesimo apparato elettrico ci offre: i quali per altro non debbono comparirvi del tutto nuovi, dopo l' osservazione che

faceste, son ora cinque mesi, e ch' io avea fatta già prima, come vi comunicai a voce della pronta decomposizione del sal comune, e di altri sali disciolti nell' acqua, in cui pescano i due metalli dissimili, p. e. rame e zinco, di detto apparato, e della cotanto promossa termossidazione di esso zinco.

LETTERA

DEL SIGNOR CONSIGLIER LANDRIANI

Amico Carissimo

Vienna 17 Agosto 1800.

Sono alcune settimane, che è stata comunicata al Prof. Jacquin un' esperienza interessantissima del Signor Nicholson sulla decomposizione dell' acqua fatta mediante il vostro sorprendente apparato a colonna. Essendo questa esperienza stata ripetuta quì, e variata in più modi, vi sarà forse caro di sapere i resultati, massime che dar si può benissimo il caso, che voi ignoriate quanto è stato fatto a Londra dal prefato Nicholson, ora che le comunicazioni coll' Inghilterra sono divenute così difficili.

Abbiamo prese 80 pezze di Spagna ed altrettante lastre di zinco, e di cartone imbevuto di acqua salata. Ne abbiamo formato una colonna nel seguente ordine zinco, argento e cartone, come nella Tavola II. fig. 5. XX è una boccetta di vetro chiusa da un turacciolo di sughero, in cui penetrano, due fili

metallici GG TT senza toccarsi, come nella pistola ad aria infiammabile. La boccia XX è piena di acqua distillata. Al momento che l' estremità del filo metallico TT tocca la superficie dell' ultima lastra, si vedono formarsi dalla superficie del filo metallico SS nella parte immersa nell' acqua delle minutissime bollicine di aria, le quali vanno a poco a poco crescendo, e formano un getto continuo di aria, la quale si raccoglie nella parte superiore della boccia XX. Esaminata quest' aria si trova essere aria infiammabile. La superficie dei fili metallici è a capo di pochi minuti calcinata. Nelle sperienze, che sono state fatte questa mattina dal Prof. Jacquin, si sono adoperati de' fili d' oro, d' argento, di ferro, di platina, d' ottone. Tutti questi fili hanno decomposto l' acqua, ed hanno fornito molto gas infiammabile.

Fra l' estremità del filo SS, ed il pezzo di cartone BB abbiamo interposto delle lastre di cobalto privato di tutto il ferro ch' egli suol contenere, di nickel, della piombaggine, del ferro, dello stagno, del piombo, della platina. L' acqua è sempre stata decomposta con tutti questi fili metallici, e corpi interposti. Sarebbe curioso di vedere se la composizione dell' acqua si fa più celeremente o più lentamente secondo la diversa qualità de' metalli interposti, e si potrebbe determinare facilmente la quantità dell' acqua decomposta dalla quantità di gas infiammabile che si è svolto per esempio in capo di un' ora. Forse con questo metodo si potrà giungere a scoprire la maggiore o minore attitudine de'

corpi, che tolgono l' equilibrio al fluido elettrico e per conseguenza a conoscere quali sono li più proprj alla costruzione del vostro bellissimo, e sorprendente apparato. Se avrò ozio abbastanza di occuparmi di questa ricerca, ve ne scriverò. A me pare che sia importantissimo il determinare questo punto; ed' il metodo che io vi propongo mi pare il più opportuno.

Frattanto posso assicurarvi, che la lusinga ch' io aveva, che il cobalto in istato regolino, e di somma purezza fosse impervio al supposto fluido Galvanico, è del tutto vana. Anzi a tutti noi è parso, che questo semimetallo adoperato nelle accennate sperienze fosse quello, che eccita il meglio l' elettricità.

RISPOSTA

DELL' AUTORE

Como 22 Settembre 1800.

Gratissima mi è stata l' ultima vostra Lettera de' 14 passato Agosto, che ricevetti li 3 del corrente Settembre; e tanto maggiormente, quanto che non ne avea più ricevuto alcuna dopo quella, che mi scriveste ai primi di Maggio, nella quale informandomi come dietro la descrizione ch' io ve ne avea fatta in un lungo scritto (estratto in gran parte da una Memoria da me spedita poco prima alla Società Reale di Londra), come dico, avevate costrutto il mio nuovo apparato per l' elettricità metallica perpetua, e ottenutine esattamente i resultati che vi avea esposti, e trovatili affatto sorprendenti; mi accennavate alcune ulteriori ricerche e tentativi, che vi proponevate di fare: a proposito di che vi diedi con altra mia lettera alcuni schiarimenti, e vi comunicai diverse mie idee relative al soggetto. In seguito avendomi detto di non comprendere voi abbastanza la teorìa di questi nuovi fenomeni elettrici, vi spedii per mezzo del

General Colli la brutta copia con alcune correzioni di quelle tra le mie Memorie stampate nei Giornali del Professore Brugnatelli, in cui più chiaramente avea esposto e dimostrato il nuovo principio di elettricità da me scoperto fin dalle prime sperienze sul Galvanismo nel 1792, e sostenuto in seguito costantemente contro ogni sorta di opposizioni: principio, il quale stabilisce, che i conduttori di diversa specie, e massime i metallici applicati a mutuo contatto, sono al dipiù eccitatori e motori perpetui del fluido elettrico, in un grado debole bensì, ma pur sensibile, che ho potuto rendere manifesto anche all' elettrometro, e misurare. In esse Memorie, oltre molte altre deduzioni, che sarebbe troppo lungo di quì riferire, ho portato l'applicazione di tal principio fino a determinare in quali casi nel vario accozzamento e intreccio di più coppie di conduttori metallici diversi variamente interpolati da conduttori umidi, in quali casi, dico, prevalendo la forza movente il fluido elettrico, onde son dotati essi corpi, prevalendo da una parte, o dall' altra, deve aver luogo la corrente (valevole ad eccitare le convulsioni in una rana preparata, ch' entri nel circolo ec.), in qual direzione, e con qual forza, e in quali casi no, contrapponendosi e bilanciandosi le forze moventi: molti de' quali casi, tanto positivi, che negativi, ho espressi con delle figure, ossia schemi, che pongono la cosa sott' occhio.

Spero, che avrete ricevuto, e la lettera, e le accennate Memorie prima del mese di Luglio, od

al principio del medesimo: da quel tempo fino al presente sono stato sempre aspettando con impazienza, che mi ragguagliaste dell' incontro, che il mio nuovo apparecchio, il quale si fonda intieramente sopra quell' istesso principio, promosso ad ulteriori applicazioni, ad un numero cioè più grande di siffatte coppie metalliche, e di tali interpolamenti di sostanze umide (nel che consiste infine esso apparato), che mi ragguagliaste, dico, dell' incontro che il medesimo avrebbe avuto costì, e presso i vostri dotti corrispondenti d' altri paesi; e più in particolare delle vostre sperienze. Finalmente ricevo la tanto desiderata vostra lettera; e questa mi compensa bene del ritardo, portandomi tale e tanta soddisfazione per i nuovi bellissimi e stupendi risultati, di cui mi fa parte, che maggiore non avrei potuto nè aspettare, nè desiderare.

La calcinazione, ossia nel linguaggio della nuova Chimica, la termossidazione de' metalli d' ogni specie a freddo, immersi anche solo per brev' ora nell' acqua semplice, in un collo sviluppo di molta aria infiammabile; una così pronta termossidazione, che se ne vede tosto l'incominciamento, assieme alla comparsa di un gran numero di bolle aeree, e sieguonsi ad occhio i progressi; tale insomma, che in pochi minuti vi presenta la superficie di un filo, o lastretta metallica tutta coperta della propria calce, è invero un fenomeno inaspettato, interessantissimo e affatto mirabile. Che poi codesta calcinazione venga occasionata mani-

festamente, e promossa da quella blanda, e continua corrente elettrica, cui dà incitamento e moto il mio apparato, è cosa non solo mirabile, ma istruttiva al sommo; la quale apre un campo fecondo di nuove speculazioni e ricerche intorno all' influenza del fluido elettrico nè fenomeni chimici, alla mutua relazione di questi con quello, e promette infine grandi lumi riguardo all' indole e natura propria del fluido medesimo. Or tali sono le sperienze fatte primieramente in Inghilterra, e ripetute anche costì in Vienna, di cui mi date contezza. Noi dobbiamo singolarmente così bella scoperta al celebre Fisico e Chimico Nicholson, Membro della Società Reale di Londra, il quale la deve al mio apparato, la cui descrizione accompagnata dal dettaglio di varie sperienze relative aveva io spedita al Cav. Banks Presidente di essa Società fin dal mese di Marzo, pregandolo infine dello scritto di farla particolarmente conoscere ai colleghi Cavallo, Bennet e Nicholson, ed invitarli a ripetere codeste mie sperienze, a moltiplicarle e variarle.

Fino ad ora non ho avuto alcun riscontro da Londra, eccetto quello, che le mie due lettere che mandai (1), contenenti il transunto di una lunga Memoria sopra tal soggetto (scritta malamente in

---

(1) L'Autore parla di due lettere inviate a Londra, ma nelle Trans. Filos. non si trova di lui in quel tempo che quella da noi riportata alla pag. 95.

francese per farmi inten dere, e che non ho ancor terminata, stantechè mi va crescendo ogni giorno la materia tra le mani), ossia varj pezzi staccati della medesima erano stati ricevuti dal suddetto Presidente Banks, e che doveano, fattane la traduzione in Inglese, venir tosto presentati alla Società Reale, e pubblicati quindi nelle Transazioni Filosofiche.

Del resto non fu propriamente la vostra lettera, che mi recò la prima notizia della scoperta elettrico-chimica di Nicholson, la quale ha sorpreso voi, e me, e sorprender deve ogni intelligente. Pochi giorni prima ch'io ricevessi tale lettera, cioè agli ultimi di Agosto, avea trovato annunziata questa medesima scoperta, e attribuita al prefato autor inglese, in un foglio periodico di Parigi intitolato *le Moniteur* num. 329, con una passabile descrizione del mio apparato a colonna, del modo di tentarlo per riceverne la scossa elettrica più, o men forte, e infine della sperienza, di cui si tratta (della succennata calcinazione cioè dei fili metallici mediante tal apparato), come era stata ripetuta a Parigi in una pubblica Lezione sulla decomposizione dell'acqua da non so quale di que'Professori. Ne fui già allora vivamente colpito; ma molto più lo fui in appresso dalla vostra descrizione più estesa, ed esatta di tali sperienze, ripetute e variate da cotesto Professore di Vienna Jacquin, a cui avete voi medesimo assistito, descrizione corredata da un apposita figura.

Vi dirò ancora, che codesto fenomeno della calcinazione de' metalli nell'acqua, e decomposizione

di quest' ultima, per virtù della corrente elettrica mossa e mantenuta perpetuamente in giro dal mio apparato, non mi riuscì del tutto nuovo. Le mie proprie sperienze mi aveano già presentato qualche cosa d' analogo, per non dire lo stesso risultato, e già non era io molto lontano da tale scoperta di Nicholson, o almeno avrei potuto esservi facilmente condotto. Avea dunque osservato fin dalle prime prove fatte con detto apparato di mia invenzione, singolarmente con quello a corona di tazze, avea dissi, osservato fin dall' inverno scorso, che la corrente elettrica mossa da cotal apparato determinava e promoveva in singolar maniera la calcinazione delle lastre metalliche diverse in tutta quella parte ch' esse passavano nell' acqua, sia pura, sia carica di sali, e massime delle lastre di zinco, in guisa che comparivano dopo non molto tempo, cioè a capo di qualche giorno, tempestate tutte di un gran numero di bolle d' aria, indi coperte di una grossa crosta di calce, e ne depositavano ancora in copia, e che i sali pur essi, in ispecie il sal comune (ossimuriato di soda), e il sal di Glaubero (ossisolfato di soda) e l' allume (ossisolfato d' allumina) andavano presto a decomporsi, comparendo la soda a nudo ec. Quest' ultimo effetto; ch' è assai più manifesto in detto apparato a tazze, che in quello a colonna, fu osservato alcuni mesi dopo, cioè ai primi di Aprile, anche dal mio collega e amico Professore Brugnatelli, in occasione che avendogli io mostrato in una corsa che feci di quel tempo a Pavia, cotal

mio apparato, e le principali sperienze con esso, si applicò tosto a ripeterle con uno simile costrutto da lui.

Ma la calcinazione di dette lastre, che pescano nell' acqua delle tazze con superficie discretamente ampie, e fanno la principal parte, anzi con essa acqua, o pura, o salata, tutto il mio apparato; una tal calcinazione della superficie immersa di esse lastre larghe, tostochè promossa grandemente dalla corrente elettrica, come appariva manifestamente, era ancora molto lenta in paragone di quella, che dietro il ritrovato di Nicholson si opera sopra fili metallici piuttosto sottili, o, come trovo io meglio, sopra laminette assai strette, che peschino da una parte in boccette, o tubi di vetro pieni d' acqua, e ne sporgano dall' altra, ed applichinsi convenientemente all' apparato, in guisa cioè di compire il circolo conduttore, e dar luogo alla corrente élettrica continua. Quella calcinazione delle mie lastre pescanti nelle tazze, e componenti l' apparato, non giungeva al segno di farle comparire rivestite, neppure le lastre di zinco, di una grossa patina, o crosta terrea, se non a capo di uno, o più giorni, come già dissi: laddove quest' altra calcinazione dei fili o lastrette metalliche strettissime, che penetrano nella boccetta, o tubo a ciò destinati, succedè in pochi minuti, ed è visibile al momento, che tale boccetta o tubo vengono applicati all' apparato motore dell' elettricità a guisa di arco conduttore per compiere il circolo: visibile per le bolle d' aria, che spuntano

tosto, e crescono mano mano sulla superficie d' uno di cotesti fili singolarmente, e per una specie di velo, o nuvoletta, che qual fumo involge l' altro filo, e piove giù in lunga striscia per entro all' acqua, e raccogliesi sul fondo, manifestandosi anche nel colore per vera e genuina calce di esso metallo; della qual calce compare ricoperta in breve d' ora tutta la superficie immersa nell' acqua d' ambi i fili, oltre quella, che, come or ora si è detto, raccogliesi in fondo del tubo o boccetta, e che trovasi, continuando l' esperienza, cioè lasciando andare le cose da se, dopo un giorno o due assai abbondante.

Una così pronta e rapida calcinazione de' metalli nell' acqua semplice e fredda, torno a dire, è ben mirabile. Ma quello ch' è ancor più prodigioso si è, che di questa maniera, e con tale e tanta prontezza, e a vista d' occhio si calcinino non che zinco, stagno, ferro, rame e gli altri metalli ignobili, la calcinazione de' quali avea io pur trovato, come ho fatto osservare, venir insignemente promossa dall' azione elettrica del mio apparato, dalla corrente perenne di fluido da esso incitata e mantenuta; ma ben anche i metalli nobili argento, oro, e platina: ciò che non avrei creduto, e in che consiste il più grande della scoperta. E come mai codesti metalli dissolubili e termossidabili, il primo soltanto dall' acqua forte, ossia ossiseptonico, e gli altri due dalla sola acqua regia (ossisepto-muriatico), o dall' ossimuriatico termossigenato, e altronde così restii alla calcina-

zione, talchè sortono illesi e immutati dal più gran calore, e dal più vivo fuoco in contatto dell' aria anche la più pura, ossia del gas termossigeno; come mai codesti metalli perfetti vengono a subire tal calcinazione sì facilmente, e prontamente, a vista d'occhio, nell'acqua semplice e fredda? Qual nuovo prodigioso agente chimico, e quanto efficace gli è mai il fluido elettrico, che scorrendo senza grand'impeto, anzi pur dolcemente, attraverso dei fili d' oro, d' argento, o d' altri metalli, e per un piccolo strato d' acqua ad essi frapposto, come accade nelle sperienze di cui si tratta, decompone quest' acqua, svolgendone il radicale infiammabile in forma di gas, ossia di gas infiammabile, e tirando il termossigeno sopra di essi metalli, e combinandovelo, che è quanto dire calcinandoli?

Si conosceva, è vero, la termossidazione di alcuni metalli in contatto dell' acqua pura, collo svolgimento di molta aria infiammabile, ma dei soli ferro e zinco, e per lo più coll' ajuto di un calore, che facesseli roventi, o meglio candenti. Ma nelle nuove sperienze, di cui ora si tratta tutti i metalli, nessuno eccettuato, e i nobili così bene che gl' ignobili sono facilmente termossidati, e prontamente; e lo sono senza bisogno di riscaldar punto nè essi metalli, nè l' acqua in cui pescano. È dunque il fluido elettrico, che scorre pe' detti metalli, e passa invisibilmente, placidamente, e continuatamente dall' uno all' altro attraverso un piccolo strato di acqua, più attivo ed efficace in determinare e promovere la decomposizione di questa,

e la termossidazione di quelli, che non è il fuoco, ossia un calore intensissimo, e portato fino all'incandescenza di essi metalli. È dunque per se stesso un vero agente chimico de' più efficaci.

Sapevamo ancora dalle belle sperienze dei celebri Fisici Olandesi Deiman e Troostwich, che le scariche elettriche discretamente forti, a segno cioè di spezzare con viva e sonora scintilla una lamina d'acqua frapposta alle punte di due fili metallici, son valevoli a decomporre essa acqua, risolvendola ne' due gas termossigeno e infiammabile, come infatti se ne decompone ad ognuno di tali colpi, o piccoli fulmini, una porzioncella, e sviluppansi alcune bollicine aeree. Ma ciò alla fine non era tanto mirabile, come non lo è; che le più forti scariche delle grandi boccie di Leyden e delle batterie elettriche cariche, che sono veri fulmini, termossidino in un colpo de' fili o laminette di qualsisia metallo, spezzino, fondano, scaglino altri corpi, essi non sono, dico, tali effetti molto mirabili, conoscendosi la forza penetrante, e la somma attività di tali poderose scariche, di tali piene di fluido elettrico spinte gagliardamente, e forzate ad un angusto passaggio; e potendosi considerare in certo modo quegli effetti come prodotti da una causa meccanica. Altrettanto più mirabile invece deve sembrarci, che un fiumicello di fluido elettrico scorrente con poco o niun impeto, sebbene anch' esso in canale alquanto ristretto, qual è quello dei fili metallici che pescano nell' acqua, e trapassante dall' uno all' altro senza

scoppio e strepito di sorta, senza occasionare neppur scintilla, in una parola con debolissima tensione, dee, dico, sembrare oltre modo mirabile, che una così fatta blanda corrente elettrica, qual è quella, che il mio apparato move di continuo, se compito è il circolo conduttore, o tende a movere, se desso è interrotto, con una tensione che non ha forza di vincere un piccolo ostacolo, di superare un piccolissimo intervallo, che non giunge ad innalzare neppure di un grado il mio elettrometro a paglie sottili, sia poi valevole a decomporre l' acqua, e termossidare prontamente dei fili e lastrette di qualsisia metallo, anche nobile, pescante in quella ec., come han fatto vedere le recenti sperienze di Nicholson a Londra, ripetute col più felice esito a Parigi, ed ultimamente in Vienna sotto i vostri occhi.

Potete ben credere, amico, che ho voluto ancor io ripetere tali sperienze quì in Como mia patria, dove ho inventato ed eseguito l' apparato, che ha condotto a questa nuova scoperta appunto, che ha fatto tanta sorpresa e romore dappertutto, e che presenta ogni giorno nuove maraviglie. Sono 9 mesi, che me ne occupo con successo, sia variandone la costruzione, e cercando di migliorarla, sia estendendone le sperienze, dirette non solo a perfezionare le teorìe elettriche, o sia a meglio e più a fondo comprendere le leggi nuovamente scoperte; ma in gran parte ancora a farne delle utili applicazioni alla Fisiologia, ed alla Medicina: intorno a che le mie ricerche mi hanno presentato

molti risultati non meno interessanti che curiosi, e alcune, che posso dire vere scoperte elettro-fisiologiche che vi comunicherò in altra occasione. Or dietro la scoperta elettro-chimica di Nicholson, cui ha servito l'istesso mio apparato, e subito dopo che ne ho avuto miglior contezza dalla vostra lettera, mi son rivolto a queste nuove sperienze, variandole in molti modi; ed ho già nel corso di queste tre settimane, oltre aver notato varie circostanze, e aggiunti, che meritano molta riflessione, ottenuto alcuni risultati, che credo nuovi, e vanno a portare qualche cambiamento, o modificazione alla teorìa adottata ormai generalmente della calcinazione de' metalli; sembrando indicare, che in due maniere possono venir questi calcinati nell'acqua, cioè; o combinandovisi il solo termossigeno di questa, mentre il radicale infiammabile se ne svolge in forma di gas, come lo vuole appunto l'accennata teorìa pneumatica; o combinandovisi l'acqua in natura, senza decomposizione, senza svolgimento almeno di gas: le quali due specie di calcinazione presentano una notabile differenza anche nel colore delle rispettive calci ec. Ma tuttociò col dettaglio delle mie sperienze lo riservo per un'altra lettera, essendo la presente divenuta già troppo lunga.

Sono intanto ec.

SOPRA

GLI ELETTRO-MOTORI

LETTERA

A. J.-C. DELAMÉTHERIE

Questa Lettera è stata Estratta dagli Opuscoli Scelti sulle Scienze e sulle Arti Parte 6. T. 21. Ann. 1801, pag. 373.

Parigi, 18 Vendemmiale anno 10.

Voi mi avete chiesto un ragguaglio delle sperienze, colle quali io dimostro evidentemente ciò che sempre ho sostenuto, vale a dire che il preteso agente o *fluido galvanico* non è altro che il *fluido elettrico* comune, e che questo fluido viene eccitato e mosso dal semplice contatto scambievole di due conduttori diversi, principalmente metallici. Io ciò dimostro col far vedere che due metalli di diversa specie, accoppiati insieme producono già un poco di vera elettricità, della quale io determino la forza e la specie, che gli effetti sì possenti e maravigliosi de' miei nuovi apparecchj (i quali chiamar si possono elettro-motori) gli effetti, dico di questi nuovi apparecchj, sieno a colonna, o a corona di tazze, i quali pur tanto hanno eccitata l'attenzione de' Fisici, de' Chimici e de' Medici, non son che la somma addizionale degli effetti di una serie di più coppie metalliche; e che gli stessi fenomeni Chimici della scomposizione dell' acqua e d' altri liquori,

dell' ossidazione de' metalli ec. che per questa via si ottengono, sono effetti secondarj di quella corrente continua di fluido elettrico, che per la detta azione de' metalli accoppiati si stabilisce, tostochè si fanno per mezzo d' un arco conduttore comunicare le due estremità dell' apparecchio, e stabilita una volta, si sostiene e dura finchè il circolo non sia interrotto. Il ragguaglio di tuttociò mi avete voi chiesto per inserirlo nel vostro Giornale di Fisica, convinto della verità di queste osservazioni per alcune sperienze, che ho avuto il piacere di mostrarvi jeri co' miei piccoli apparecchi portatili in presenza del celebre Fisico di Ginevra Sig. Pictet, e d' altri amici. Duolmi che il tempo non mi permetta di molto estendermi nell' abbozzo, che vi trasmetto per corrispondere in qualche maniera al vostro invito, e che non possa appagare se non in parte la vostra aspettazione. Accettatelo tuttavia come un foriero della memoria più estesa, che io mi propongo di dar fra poco alla luce.

Io ho cominciato a mostrarvi con esperienze delicate bensì, ma semplici, che si hanno de' segni elettrici non equivoci pel solo contatto di due diversi metalli, senza l' intervento d' alcuna sostanza umida: sperienze che riguardare si debbono come fondamentali.

Per render sensibile e manifesta questa elettricità, la quale è sì debole, che senza gli opportuni artifizj rimarrebbe impercettibile, io mi servo dei miei elettrometri di sottil paglia, combinati co' miei condensatori, di cui i migliori sono formati di due

dischi metallici, che esattamente si applicano colle lor faccie ben piane intonacate d'un leggiero strato di cera di Spagna, o meglio ancora di una buona vernice di lacca.

La prima maniera di far questa sperienza fu di prendere due piatti, l'uno di rame e l'altro di zinco; tener ciascuno per un manico ben isolante (di vetro vestito di cera di Spagna); applicarli istantaneamente l'uno all'altro per le lor facce piane, e separatili poi destramente, farli toccare l'elettrometro, che allor segnava, per l'allontanamento delle sue paglie che era di circa una linea, l'elettricità che ognuno di questi piatti avea contratta, quello di zinco *in più*, e quello di rame *in meno*, come poteasi scorgere avvicinando allo stesso elettrometro un bastoncino di cera di Spagna stropicciato.

È opportuno l'osservare in questa sperienza, che i due piatti nel medesimo tempo che sono *motori d'elettricità* in virtù del loro mutuo contatto, essendo due metalli diversi, fanno anche l'ufficio di condensatori, trovandosi presentati l'uno all'altro per una larga superficie, il che è cagione, che le loro contrarie elettricità si trovino meglio contrappesate. Ecco il motivo per cui questa elettricità positiva nel piatto di zinco, e negativa in quello di rame, che senza ciò non arriverebbe che a un sedicesimo di grado in circa, e che in fatto non giunge più oltre finchè i due piatti rimangono l'uno all'altro applicati, si alza nel distaccarli ad

un grado, ad un grado e mezzo, a due gradi, ed anche più.

Una tale elettricità è ancor poca cosa, e non soddisfà certe persone che amano di vedere gli effetti in grande. Or bene: per ottenere de' segni elettrici assai più distinti io mi servo ordinariamente di un secondo condensatore montato sopra il medesimo elettrometro, e procedo nella maniera seguente. Applico l'uno all' altro i due piatti di rame e di zinco, e li separo a molte riprese, facendo ad ogni separazione che uno di questi piatti isolati tocchi il disco superiore del condensatore, e l'altro egualmente isolato tocchi il disco inferiore, cui è annesso l'elettrometro. Dopo 10, 12, 20 di questi toccamenti levando il disco superiore del detto condensatore, ecco l'elettrometro annesso al disco inferiore alzarsi a 10, 12, 15, 20 gradi ec.

Potrebbe credersi che indipendentemunte dall'azione del condensatore l'estension del contatto fra i due metalli diversi contribuisca molto per se a portar l'elettricità al grado che abbiam veduto, e che assai meno si otterrebbe, se si toccasser soltanto per alcuni punti. Ma io dimostro il contrario, vale a dire che tanto in un caso come nell'altro la *tensione elettrica* arriva, durante il contatto, al medesimo punto, che è circa un sessantesimo di grado nel mio elettrometro di sottili paglie, quando i due metalli sono zinco e rame, ed un pò più quando sono zinco ed argento: per

la qual tensione bisognando nel piatto che fa l'uf-
ficio di condensatore una quantità d'elettricità tanto più grande secondo ch'egli condensa 60, 100, 150, 200 volte; ecco perchè s' ottiene un grado, un grado e mezzo ec.

Affine poi di provare che il contatto di due metalli poco esteso, ed anche soltanto in alcuni punti, smove il fluido elettrico fino a portare in questi metalli la tensione al medesimo grado, io unisco una piccola lastra di rame con un' altra di zinco, simile o dissimile quanto alla figura e alla grandezza, applicando l' una all' altra per meno o più punti, ed anche saldandole testa a testa.

Prendendo con due dita, o in alrro modo quella di zinco, fo comunicare l' altra di rame al disco superiore del condensatore, mentre l' inferiore comunica, come deve, col suolo: un istante dopo sollevando il disco superiore all' aria, e tenendolo isolato, mi dà all' elettrometro due o tre gradi d' elettricità negativa, secondo che un tal condensatore vale a condensare 120, o 180 volte. Il che prova che la tensione elettrica della detta lastra di rame era di circa un sessantesimo di grado, eguale a un di presso a quella che prendevano nelle sperienze precedenti i due piatti di rame e di zinco applicati l' uno all' altro in tutta l' estensione delle lor facce piane. Facendo l' esperienza al contrario, vale a dire facendo comunicare al condensatore la lastra di zinco, s' ottengono al medesimo modo due o tre gradi, ma di elettricità positiva.

Se però il disco del condensatore è di rame, e la

lastra di zinco lo tocca immediatamente a nudo, non s' ottien nulla, perchè trovandosi allora lo zinco in contatto da due parti opposte con rame e rame, agiscono due forze eguali in senso contrario, e si distruggono o si contrappesano. È dunque necessario che la comunicazione della lastra di zinco col disco di rame del condensatore si faccia per l' interposizione d' un conduttore, che sia semplice conduttore, per esempio di un conduttore umido, come sarebbe un cartone, o una pezza bagnata.

Ma l' azione eccitante e movente il fluido elettrico non si esercita, come falsamente è stato creduto, al contatto della sostanza umida col metallo; o almeno se ne esercita quivi una picciolissima, che si può negligentare a paragone di quella, che si esercita, come provano tutte le mie sperienze, al contatto fra due metalli diversi. Per conseguenza il vero elemento de' miei apparecchj elettro-motori a colonna, a tazza, ed altri che possono costruirsi giusta i medesimi principj, è la semplice coppia metallica composta di due metalli diversi, non già una sostanza umida applicata ad una metallica, o compresa tra due diversi metalli, come la più parte dei Fisici hanno preteso. Gli strati umidi in questi apparecchi composti non servono adunque che a far comunicare l' una coll' altra tutte le coppie metalliche disposte in maniera da spingere il fluido elettrico in una stessa direzione, e farle comunicare in guisa che non vi sia azione in senso contrario.

Dopo aver ben provato qual grado d' elettricità io ottenga da una sola di queste coppie metalliche

per mezzo del condensatore di cui mi servo, io passo a mostrare, che 2, 3, 4 coppie ec. ben disposte cioè tutte dirette nel medesimo senso, e comunicanti fra loro per altrettanti strati umidi (i quali sono necessarj, perchè non vi siano azioni in senso contrario, come ho dimostrato), si ha precisamente il doppio, il triplo, il quadruplo, ec., di maniera che se con una sola coppia si arrivava ad elettrizzare il condensatore al segno di fare che l' elettrometro indicasse per esempio tre gradi, con due coppie si arriva a sei, con tre a nove, con quattro a dodici ec., se non esattamente assai prossimamente. Voi avete vedute queste sperienze, e ne siete rimasto soddisfattissimo, come il Signor Pictet, che ne parve rapito, e non si stancava di vederle ripetere.

Ecco già dunque costrutta una picciola colonna, la quale però non dà ancor segni all' elettrometro senza il soccorso del condensatore. Perchè ne dia immediatamente, perchè arrivi ad un grado intiero di tensione elettrica, il qual tuttavia si potrà appena distinguere, essendo marcato da una mezza linea soltanto, per cui si scosteranno le punte delle pagliette, bisogna che la colonna sia composta di circa 60 di queste coppie di rame e zinco, a ragione di un sessantesimo di grado, che rende ciascuna coppia, come ho fatto osservare. Allora ella dà pure alcune scosse quando si toccano le sue due estremità con dita che non siano asciutte, e assai più forte, se si toccano con metalli impugnati per

larghe superficie colle mani ben umide, formando così una comunicazione assai migliore.

In questa guisa si può aver delle scosse da un apparecchio, sia a colonna, sia a bicchieri, di 30, ed anche di 20 coppie, purchè i metalli siano bastantemente netti, e soprattutto purchè gli strati umidi interposti non siano d'acqua semplice e pura, ma di soluzioni saline assai cariche. Non è già che questi umori salini accrescano propriamente la forza elettrica, ma facilitano il passaggio, e lasciano al fluido elettrico un più libero corso, essendo conduttori assai migliori che l'acqua semplice, come lo dimostrano parecchie altre sperienze.

Per bene accertare, e mettere sotto agli occhi delle persone che duravano fatica a crederlo, che la forza elettrica è, se non esattamente, prossimamente la stessa, siano gli strati umidi formati di acqua pura, o di acqua salata, quantunque nella scossa che si sente vi abbia sì gran differenza, io ho fatto spesso l'esperienza seguente, di cui vi ho parlato, e che avrei voluto poter mostrarvi, se avessi avuto gli attrezzi necessarj. Io prendo una trentina di bicchieri, e ne formo un di quelli apparecchj, che io chiamo corona di tazze, mettendovi assai acqua pura, e facendoli comunicare il primo al secondo, il secondo al terzo, e così di seguito fino all'ultimo, per mezzo di archi metallici formati di una lastra di rame e l'altra di zinco, e tutti posti nel medesimo senso. Ordinato così l'apparecchio, provo la sua forza elettrica facendo

comunicare col suolo il primo bicchiere, e applicando il condensatore ad un metallo, che pesca in parte nell' ultimo; e il condensatore mi dà in seguito, ritirandolo, e separando un disco dall' altro nella maniera conveniente e senza indugio, 40, 60 o più gradi secondo la sua forza condensatrice. Provo similmente la scossa nella maniera più vantaggiosa, e trovo ch' ella è piccolissima. Dopo essermi ben assicurato e del grado d' elettricità, e della debolezza della scossa, aggiungo un pizzico di sale a ciascun bicechiere, e ripetendo le prove, trovo che l' elettricità non è punto accresciuta, non offrendomi il condensatore che 40 o 60 gradi come prima; ma le scosse sono incomparabilmente più forti.

Avvi molt' altre sperienze, di cui vi ho parlato a viva voce, e che avrei voluto mettervi sott' occhio, ma io mancava degli utensili necessarj per eseguirle. V' ho detto, e voi ne foste molto maravigliato, e più ancora il Sig. Pictet, che con un apparecchio io carico una boccia di Leyden di qualunque capacità ella sia, ed anche una gran batteria; che io le carico in un istante, o per parlare più giustamente, in meno di un ventesimo di minuto secondo, e presso a poco al medesimo grado dello stesso apparecchio, vale a dire colla differenza di un grado in circa di tensione, se questo è composto di 60 coppie, di due gradi se ne contien 120 ec., che allora io posso cavare coll' ajuto del condensatore qualche buona scintilla dalle piccole bocce così

caricate, un gran numero di somiglianti scintille dalle bocce grandi, e quasi senza fine dalle batterie; come ne posso cavare veracemente senza fine dall' apparecchio medesimo.

V' ho detto che le bocce grandi così caricate mi davano delle scosse mediocri, e le batterie me ne davano d' assai forti, fino al gomito e più oltre; che quelle d' una batteria di dieci piedi quadrati di armatura, e caricata in meno d' un ventesimo di minuto secondo da uno de' miei grandi apparecchi di 200 coppie metalliche, sono gravissime e quasi insopportabili, ch' io non ho fatto ancor prova con batterie più grandi, ma vi ha tutta la verisimiglianza che le scosse aumenterebbero colla grandezza di queste batterie fino ad un certo termine, ch' io non saprei definire, di maniera che sarebbe possibile con batterie di 40, 60, e 100 piedi quadrati d' aver delle scosse assai forti, caricandole col contatto passeggiero, d' una colonna di 60 coppie solamente, di 40, di 30, e meno ancora.

Io v' ho spiegato come convien condursi per riuscire in questi esperimenti; che fa d' uopo evitare soprattutto accuratamente ogni minimo interrompimento nelle comunicazioni de' conduttori colle armature delle bocce e fra loro, e più accuratamente ancora quando l' apparecchio elettro-motore composto d' un piccol numero di coppie non ha la forza di vincere un ostacolo che si trovi al passaggio ed al corso del fluido elettrico.

Finalmente vi ho fatto osservare che queste sperienze confermano in evidente maniera ciò che tutte le altre già suggerivano, vale a dire che la quantità di fluido elettrico messo in moto da' miei apparecchi è assai più grande ad ogni istante di quella che è messa in moto dalle macchine elettriche ordinarie; che quelli ne forniscono più abbondantemente di queste, quando si tratta, non di accumulare il fluido elettrico in corpi isolati per sollevarvi l' elettricità a un' alto punto di tensione (il che può farsi colle dette macchine, non già co' miei apparecchi, eccetto che vi s' impieghino de' condensatori), ma quando si tratta d' una corrente continua di questo fluido mantenuta da un' azione continua in un circolo di conduttori non isolati. Un de' miei apparecchi di 60 o 30 coppie metalliche solamente versa ad ogni istante, dirò meglio, in un dato tempo più fluido elettrico (qualora non trovi ostacolo, qualora non sia questo fluido arrestato da una troppo piccola capacità del recipiente che lo accoglie), di quel che faccia una delle migliori e più attive macchine elettriche a cilindro o a dischi di cristallo. E di fatto, qual è di queste macchine che caricherebbe ad un grado, o anche ad un mezzo grado, una grandissima batteria in meno di un ottavo di minuto secondo, che vi infonderebbe bastante fluido elettrico per poterne cavare in seguito col soccorso del condensatore un gran numero di scintille l' una dopo l' altra, come fa uno dei suddetti apparecchi?

Le altre sperienze, che io ho potuto mostrarvi in parte, riguardano i diversi fenomeni elettroscopici, che l' apparecchio presenta, secondo che comunica col suolo l' una o l' altra delle sue estremità, o tutte e due, o nè l' una nè altra, o che comunicano solamente fra loro, o col suolo unitamente, secondo che queste comunicazioni si fanno per mezzo di conduttori perfetti, o più o meno imperfetti: circostanze tutte che modificano singolarmente, e fanno variare moltissimo i resultati, che sembrano spesso curiosi, ed anche bizzarri, ma ch' io credo non di meno di poter spiegare in modo soddisfacente senza allontanarmi da' miei principj, e dalle buone teorie elettriche, avuto riguardo singolarmente alla maniera con cui si comportano i conduttori imperfetti o cattivi. Sarebbe cosa troppo lunga l' entrar quì in cotali minutezze; altronde ciò che avete di già veduto, e ch' io v' ho detto, può bastare per ora.

SULL' IDENTITÁ

DEL

FLUIDO ELETTRICO

COL

FLUIDO GALVANICO

MEMORIA

DIVISA IN DUE PARTI

Questa Memoria è stata estratta dagli Annali di Chimica del Prof. Brugnatelli, Vol. 19. pag. 38.

PARTE PRIMA (1).

Ho addotte in uno degli antecedenti scritti le ragioni che ho avuto fin dapprincipio per credere, e le molte che si aggiunsero in seguito, in un coi più chiari indizj, per sostenere che il così detto *fluido* od *agente galvanico* altro non è che il *vero* e *genuino fluido elettrico*. Ho fatto sentire che queste ragioni e indizj sono così evidenti e dimostrativi, che sarebbe egli e una pertinacia, e un vero scandalo il voler ancora negare una tale identità, o il solo dubitarne, e che suona male per fino l'espressione di *Elettricità Galvanica* introdotta da alcuno, non che il nome che molti vor-

(1) La precedente Lettera insiem colla Prima Parte di questa Memoria, fu dall' Autore letta all' Instituto Nazionale di Francia, ove il Primo Console propose che l'Instituto decretasse al nostro celebre Fisico una medaglia d'oro, la quale potesse servir d'epoca e di monumento alla sua interessante scoperta. Ciò fu unanimemente stabilito. Questa medaglia porta lo stesso conio di quelle che sogliونsi distribuire ai Membri di quell' Instituto, ma colla seguente inscrizione: A VOLTA, *Séance du* 11 *Frimaire an* 10.

rebbero ritenere di *agente*, o *fluido galvanico*. Ma passi per i nomi e le parole, purchè si convenga nella cosa. Non dubito che tutti ne converranno alla fine. Per giungere però più presto a un tal consenso universale, e far cessare ogni contesa, veggio essere necessario il dissipare intieramente quell' obiezioni e difficoltà, che sono state messe in campo, e delle quali non mi son fatto carico nel detto scritto. Me lo farò dunque in quest' altro, che ne formerà, se si vuole, una continuazione, sebbene possa stare anche da se, o far corpo con altre consecutive Memorie; e prenderò così occasione di sviluppare vie meglio la mia teorìa.

§. I. Queste difficoltà, che trattengono ancora molti dal riconoscere una piena e perfetta identità del fluido elettrico e galvanico, ed hanno suggerito ad alcuni la strana idea di un altro fluido particolare, si riducono alle seguenti:

1.° La pretesa mancanza di alcuni de' segni elettrici, e la debolezza degli altri, in confronto delle forti scosse, delle sensazioni di dolore ec., che cagionano con i detti apparati galvanici, anche semplici, conosciuti da un pezzo, e consistenti nell' accozzamento di due metalli di specie diversa, segnatamente argento e zinco; e molto più i composti che ho io recentemente inventati e messi in voga, formati cioè da molte coppie di cotai metalli diversi comunicanti l' una all' altra per mezzo di conduttori non metallici, ossia conduttori umidi.

2.° Il mostrarsi non conduttori del principio o fluido in questione, di quello cioè che gioca sì nelle sperienze già note da un pezzo, e designate col nome di sperienze galvaniche, che in queste recenti e affatto analoghe, che si fanno col detto mio apparato di nuova invenzione; il mostrarsi, come pare, non conduttori, il trattenerne od impedirne l'azione alcuni corpi che sono pur buoni e tengonsi anzi per eccellenti conduttori dell'elettricità, come l'aria molto diradata, e singolarmente la fiamma.

3.° I sì marcati e mirabili effetti Chimici, che il medesimo apparato produce, di decomposizione cioè dell'acqua, e di altri fluidi, di pronte termossidazioni de' metalli, ec.: i quali effetti, dicesi, non si vede come attribuir si possano a quella così debole elettricità, che si manifesta in tal apparato con segni nulla o ben poco sensibili ai delicati elettrometri; quando l'assai più forte e strepitante delle macchine elettriche ordinarie, che vibra ed innalza a molti gradi degli elettrometri più pesanti; quando una copiosa corrente di fluido elettrico, che con queste macchine si ecciti, e si mantenga per eguale spazio di tempo, ed anche più lungamente, non si vede che li produca.

Queste sono finalmente, o a queste si riducono tutte le difficoltà, che possono lasciare ancora de' dubbj in chi per avventura non è abbastanza versato nella scienza e pratica dell'elettricità, specialmente in quella parte che riguarda l'elettrometrìa: i quali dubbj e difficoltà mi conviene perciò scio-

gliere, portando su tal materia gli opportuni schiarimenti.

§. II. Per venirne a capo sarà bene prima di tutto determinare, se non coll' ultima esattezza, con qualche precisione, il grado di forza con cui il fluido elettrico è spinto dall' uno nell' altro di due conduttori di specie diversa, i quali applicati a mutuo contatto sono, non già semplicemente conduttori, ma nello stesso tempo anche *incitatori* o *motori* di esso fluido, come fin dalle mie prime scoperte intorno al Galvanismo gli ho chiamati (veggansi tutte le mie Memorie sopra questo soggetto pubblicate dal 1792 fino al 1798) (1). Sceglieremo a tal uopo fra i metalli, che per tale virtù motrice superano di lunga mano i conduttori non metallici, o di seconda classe, così da me detti, che sono poi i conduttori umidi; sceglieremo fra i primi, due de' più diversi, ossia rispettivamente più attivi, quali sono l' argento, o puro, o legato con rame a varie dosi, come si trova per esempio nelle monete, e il zinco, parimente o puro, o legato con più o meno di stagno, o di stagno e piombo insieme: le quali leghe ho trovato che fino a certe proporzioni non diminuiscono notabilmente, e in alcune dosi accrescono piuttosto la virtù sì dell' argento che dello zinco. Questi dunque ben netti e tersi, ove si tocchino per uno o più punti (ciò che è indifferente, sol che si toc-

---

(1) V. la 1.ª Parte del presente Tomo.

chino veramente a nudo) sbilanciano e smovono il fluido elettrico in guisa, che passa esso dall' argento nello zinco, diradandosi in quello, e condensandosi in questo; e in tale stato di condensazione nell' uno e rarefazione nell' altro mantiensi, ove i detti metalli altra comunicazione non abbiano, altri conduttori cioè, da cui ripeter possa l' argento il fluido perso, e in cui versar possa il zinco l' acquistato; al che pur tendono con forza proporzionata al seguìto sbilancio.

Or dunque fino a qual segno viene sbilanciato il fluido elettrico, diminuito cioè nell' argento, ed accresciuto nello zinco? Fino al punto di produrre in questo una tensione di elettricità per eccesso, od *in più* (El. +), e in qnello una di elettricità per difetto o *in meno* (El. —), eguali l' una e l' altra ad $\frac{1}{60}$ circa di grado del mio elettrometro a paglie sottili. Vedremo tosto su quali dati si fonda una tal determinazione.

§. III. Siffatta tensione elettrica, che arriva appena ad $\frac{1}{60}$ di grado, è certamente troppo debole per potersi manifestare a dirittura, e render sensibile, non che al detto elettrometro a paglie, ma a quello pur anche di Bennet a listarelle di foglia d' oro, quattro volte circa più mobile, e il più delicato che siasi fin ora costrutto. Ma posso ben io renderla sensibile una sì fiacca elettricità, e farle dare de' segni abbastanza marcati, onde riconoscere eziandio la specie, distinguere cioè l' El. +, e l' El. —, ricorrendo al condensatore, stromento per queste ed altre ricerche veramente prezioso. Con-

vien però che sia esso condensatore ben costrutto, ed in buon ordine.

§. IV. Il migliore, di cui mi servo più comunemente, è quello descritto nel precedente scritto, e che non sarà inutile il descrivere quì di nuovo, per farne rilevare vie meglio le condizioni, a cui è dovuta la sua bontà ed eccellenza. Consiste dunque in due dischi o piattini d' ottone di 2 in 3 pollici di diametro ben piani ed uniti; (ottimo riesce lo smerigliarli un sopra l' altro fino al segno che posti a congruo combaciamento tengansi fra loro con forte adesione), ed intonacati nelle faccie con cui debbono applicarsi l' uno all' altro, allorchè si adoprano ad uso di condensatore, di un ben sottile strato di ceraspagna, o meglio di un più sottile ancora di buona vernice di lacca, di coppale, o d' ambra; tantochè trovisi, stando quei due dischi a mutuo combaciamento, una sottilissima lamina o velo coibente che li dirima, ossia ne impedisca il contatto metallico, ma nello stesso tempo distino essi piani metallici un dall' altro il meno possibile; nel che consistono le condizioni di un ottimo condensatore, massime ove si tratta di accumulare un elettricità estremamente debole. Ad uno di questi dischi poi, o ad ambedue, è adattato un manico di vetro incrostato di ceralacca, per istaccarli, quando conviene, uno dall' altro ad un tratto, e levar in aria questo o quello perfettamente isolato, ec.

Mi servo anche di altri dischi o piatti di qualsisia metallo, oppur di legno (e questi ultimi mi

riescono più comodi, potendo farli più grandi, senza che sieno troppo pesanti, e bastando che sian coperti tai piatti di legno in tutto o in parte di foglie di stagno o di carta argentata), quali dischi, sian di metallo, sian di legno inargentato, io vesto nelle faccie, con cui devono applicarsi l'uno all'altro, di un velo di seta, di un pezzo d'incerato, o di taffettà verniciato: mi servo, dico, anche di questi per condensatori con abbastanza buon successo, però con minore vantaggio; giacchè l'elettricità portata ed accumulata, come che sia, nell'un piatto, ancorchè trovisi sostenuta ossia controbilanciata dall'elettricità contraria, che contrae il piatto compagno comunicante col suolo (per la nota azione delle atmosfere elettriche, a cui si riporta il giuoco del condensatore), non vi si conserva lungamente, fuori del caso che sieno tali intonachi asciuttissimi, massime quello d'incerato, che di sua natura è troppo poco coibente, ma mal rattenuta da tali coibenti imperfetti interposti trapassa da quel piatto a questo in pochi minuti, o secondi; laddove ne' piattelli incrostati di buona ceralacca, o di vernice resinosa, vi rimane confinata l'elettricità per delle ore, seppur non sieno manifestamente umide e quasi bagnate le faccie, od estremamente umido l'ambiente.

§. V. Posto dunque in ordine un tale buon condensatore, faccio la seguente sperienza fondamentale. Pongo a contatto un pezzo d'argento puro, o con lega, una moneta, p. es., con un pezzo o lastretta di zinco, oppure gli unisco a vite, o in-

chiodandoli, o con saldatura metallica qualunque, o in altre qualsiasi maniere, sol che il contatto si faccia tra metallo e metallo: gli unisco nel modo indicato, o in qual altro più mi piace; e prendendo fra le dita il pezzo *z* di zinco, faccio comunicare l' altro *a* di argento per qualche momento al piattino superiore del condensatore, mentre l' inferiore comunica, come dee, col suolo; ritirata indi tal coppia di lastrette *az*, ed alzato detto piattino superiore, a cui venne comunicata l' elettricità dalla lastretta d' argento *a* (e vi si è raccolta ed accumulata corrispondentemente alla capacità e virtù collettrice, di cui godea esso piattello stando accoppiato al compagno, in grazia dell' elettricità contraria che questo avente comunicazione col suolo veniva contraendo, conforme alla nota teorìa del condensatore), ecco che dispiega un elettricità per difetto (El. —) di 2 in 3 gradi, e talvolta fino di 4 del mio elettrometro a paglie sottili, come esso piattino lo dimostra avvicinandolo a detto elettrometro, e adducendolo al contatto del di lui cappelletto (*a*).

(*a*) Aprendosi di tanto le pagliette del mio Elettrometro, che segnino anche solo 2 gradi, cioè si discostino una dall' altra le loro punte una linea (V. Nota 1.), non solamente può l' occhio discernere chiaramente un tale scostamento, e tensione elettrica, ma distinguere anche coi noti artifizj la specie di elettricità, cioè se positiva El. +, o negativa El. —, secondo che un altro corpo elettr. +, come un tubo di vetro stropicciato, od elettr. —, come un ba-

§. VI. Se all' opposto prendo fra le dita il pezzo *a*, cioè la lastretta di argento, e fo comunicare al piatto collettore (chiamerò da quì innanzi così quello de' due dischi del condensatore, a cui direttamente viene impartita l' elettricità, e che non comunicando col suolo, sta applicato convenientemente all' altro, che vi comunica) la lastretta di zinco *z*; levato indi esso collettore in alto, e portato similmente a toccare il cappelletto dell' elettrometro, manifesta di nuovo 2, 3, 4 gradi di elettricità, ma di elettricità per eccesso. (El. +).

§. VII. È troppo necessario avvertire, che in questa seconda sperienza la lastretta di zinco non deve già toccare immediatamente il piatto collettore, s' esso è di rame; giacchè spingendo questo metallo quasi con egual forza che l' argento il fluido elettrico nello zinco, troverebbesi la nostra lastretta *z* compresa così fra l' argento e il rame, in mezzo a due forze presso a poco eguali dirette in senso opposto, ossia l' una contro l' altra, le quali

---

stone di ceraspagna parimente strofinato, accrescono o diminuiscono quella divergenza de' pendolini. Più patenti poi sono tali segni, ove marcando 3 o 4 gradi divergano le paglie linee 1 ½, o 2.

Non è quindi necessario ricorrere per tali prove ad un elettrometro più delicato, qual è quello a listarelle di foglietta d' oro (ivi): però servendosi di questo colpiscono assai più i segni, che ne appajono, scorgendosi divaricare le fogliette tanto che le estremità vanno alla distanza di 4, 6, 8 linee, e a battere fin anco contro le pareti della boccetta.

si eliderebbero per conseguenza in modo, che poco, e nulla quasi di fluido elettrico verrebbe ad infondersi ed accumularsi entro ed esso collettore; onde niun segno sensibile di elettricità o quasi niuno verrebbe egli quindi a dare alzandolo ec. Conviene pertanto interporre un qualche altro conduttore non metallico, un conduttore umido qualunque; i quali conduttori di seconda classe, come io li chiamo non hanno un azione reciproca coi metalli così forte, ossia non sono rispetto ad essi che debolissimi *motori*. Io soglio porre un pezzetto di carton bagnato sopra il piatto collettore, e far toccare a cotesto cartone la lastretta *z*, in tal modo il fluido elettrico spinto continuamente dalla lastretta d'argento *a* in essa lastretta *z* di zinco, passa ulteriormente senza contrasto nel detto conduttore umido, e da questo mano mano nel piatto collettore, dal quale poi levato in alto ottengo li 3 gradi circa di El. + che non ottengo toccando colla medesima lastretta *z* esso piatto di rame a nudo a cagione dell'indicata opposizione di forze.

§. VIII. Riguardo alla sperienza 1.ª (§. V), essendo l'argento, che si rivolge verso cotesto piatto di rame, e che gli si fa toccare, non è punto necessaria l'interposizione del cartone bagnato, o d'altro conduttore umido, e riesce di poco o niun vantaggio per la ragione suddetta (§. prec.), che vi è poca differenza rapporto alla virtù elettrica fra il rame e l'argento, ossia che piccola azione esercitano un sull'altro nel mutuo contatto, pochissimo insomma viene spinto il fluido elettrico dall'argento

nel rame, e quindi rimane presso a poco intiera niente quasi contrariata l'azione che si esercita nel contatto dell'argento collo zinco a quel luogo, dove le due lastrette *a z* stanno unite, l'azione, dico, che con forza assai prevalente spinge esso fluido elettrico dalla prima nella seconda di tali lastrette, onde poi quella impoverita ne prende dal piatto collettore per rifarsi, tantochè questo giunge a manifestare i 3 gradi circa di El. — (§. V).

§. IX. Tengo io dunque per sicuro che nelle riferite sperienze, ed altre analoghe, l'azione sul fluido elettrico si eserciti nel mutuo contatto di metalli diversi; e non, come altri han creduto, e credono pur ancora, nel contatto di questo o quel metallo con questo o quel conduttore umido. Il confronto della 1.ª sperienza (§. V) colla 2.ª (§. VI), l'osservarsi cioè che l'elettricità monta egualmente in ambedue coll'ajuto del condensatore ai 3 gradi circa, egualmente, dico, o quasi egualmente, vi sia o non vi sia *di mezzo* il corpo umido, lo indica già abbastanza. Pure potrebbesi ancora sospettare che l'azione elettrica avesse luogo nel contatto della lastretta *a* o *z* colle dita che la reggono, o con altro conduttore umido, che in tali sperienze volesse sostituirsi alle dita.

§. X. Convien dunque per non lasciar luogo a tale obbiezione ripetere le sperienze in modo, che nè la mano, nè alcun altro corpo umido tocchi nè l'una, nè l'altra delle lastre di diverso metallo, che in somma non vi abbiano che contatti metallici: alle quali sperienze procedo in più modi; e in primo

luogo attenendomi alle due lastre congiunte *z a*, come quì sopra, ottengo ancora l'effetto, se mentre l'una tocca il piatto del condensatore, l'altra tengasi isolata; e basta solo che questa sia grande assai, o in altra maniera resa molto capace mercè il comunicare coll'uncino di una boccia di Leyden nè carica, nè isolata, onde poter fornire o ricevere sufficiente quantità di fluido elettrico: in tal modo non mancherà esso condensatore di contrarre, se non i 3 gradi di elettricità *positiva*, o *negativa* (secondo che gli si fa comunicare la lastra di zinco o quella d'argento), 2 gradi, od 1 almeno a tenore delle circostanze.

§. XI. Un'altra maniera è quella, che ho descritta ampiamente nelle Lettere a Gren del 1796, e più ancora in quelle ad Aldini del 1798 (pubblicate negli *Annali di Chimica* di Brugnatelli), consistente nell'applicare a mutuo contatto de' piattelli di diversi metalli, tenuti ciascuno per un manico isolante, e tosto divelti portarli al cappelletto dell'elettrometro: colle quali sperienze ottenea pure, essendo i due piattelli uno d'argento e l'altro di zinco, e combaciandosi bene in piano (con che oltre il comportarsi in qualità di *motori elettrici*, faceano al medesimo tempo l'officio di condensatori, come ho ivi spiegato), ottenea, dico, i 3 gradi circa di elettricità *positiva* (El. +) dallo zinco, e *negativa* (El. —) dall'argento ec.

Or dunque tutte queste sperienze, in cui non interviene alcun corpo umido, e il contatto si fa solo tra metallo e metallo, dimostrano ad evidenza che

la mossa al fluido elettrico viene data da tale mutuo contatto di metalli diversi.

§. XII. Ma, e quando questo o quel metallo tocca e combacia un conduttore umido, non viene anche per tale contatto data alcuna spinta al fluido elettrico? Sì veramente, come avea io pure scoperto, e dimostrato con altre molte sperienze descritte nelle citate Lettere, e in altre antecedenti Memorie; ma così poco, trattandosi di acqua, sia semplice, sia impregnata di diversi sali, o trattandosi di corpi imbevuti di varj umori, che generalmente non è tale azione da paragonarsi per alcun conto a quella che dispiegasi tra due metalli assai diversi, come zinco e argento, o rame, tranne alcuni forti acidi, liquori alcalini, fegati di solfo, ossia solfuri alcalini, che in contatto di alcuni metalli movono il fluido elettrico assai sensibilmente.

§. XIII. Egli è così, che nella sperienza 1.ª (§. V.), tocchi la lastretta *a*, ossia d'argento il piatto collettore di rame a nudo, o comunichi al medesimo coll'interposizione del cartone bagnato, o di altra sostanza umida, si eccita l'istessa elettricità, e di egual forza presso a poco (§. VIII), cioè a 3 gradi circa di elettricità per difetto (El. —), come parimente si eccitano intorno a 3 gradi di elettricità per eccesso (El. +) nella 2.ª sperienza (§. VI.) facendo comunicare al condensatore la lastra *z* coll'interposizione del corpo bagnato necessaria in questo caso per la ragione sopra spiegata (§. VII).

§. XIV. Tali dunque sono i segni, che ottengo

ogni volta che trovandosi uniti, o posti in quasisia modo a mutuo contatto un pezzo qualunque d'argento ed uno qualunque di zinco (giacchè la figura sopra indicata (§. V.) è posta soltanto per esempio, e può del resto cambiarsi e forma e grandezza di ciascuna delle lastre, e maniere ed estensione di contatto); mi faccio coll'ajuto di un buon condensatore ad esplorare negl'indicati modi lo stato elettrico a cui per tale mutuo contatto è portato l'uno e l'altro metallo. Or avendo io preventivamente determinato con altre sperienze, che troppo lungo sarebbe di quì riportare, quanta sia la forza condensatrice o accumulatrice che voglia dirsi del condensatore che adopro nelle sperienze di cui ora si tratta, in qual ragione, ossia quante volte possa egli condensare l' elettricità; intendo con ciò di dire quanta maggior dose di elettricità sia capace di ricevere quello de' due piatti a cui s'infonde, e che chiamo appunto piatto collettore, o in altri termini quanto più gliene abbisogni per salire ad un dato grado di tensione stando esso piatto collettore affacciato convenientemente all' altro piatto compagno (il quale comunicando col suolo acquista altrettanto quasi di elettricità contraria, onde controbilanciare quella prima, giusta le leggi delle atmosfere elettriche): quanto maggior dose, dico di elettricità è capace di ricevere detto piatto collettore così accoppiato che non stando separato e solitario; e per conseguenza quanto più alto sorge poi in esso la *tensione elettrica*; allorchè avendo ricevuta da qualsiasi non manche-

vole sorgente l' elettricità in quella posizione favorevole che gli procurava una tanto più grande capacità, viene quindi a staccarsi, e ad allontanarsi dal piatto compagno, e in conseguenza a perdere l' anzidetta straordinaria capacità; avendo ciò determinato con qualche giustezza (*a*), mi è facile conoscere quale sia la forza, l' intensità, o tensione elettrica, com' io la chiamo, in ciascuno de' due pezzi o lastre d' argento e zinco, che stanno a contatto fra loro, quale dico, e quanta sia la tensione elettrica, che s' induce nell' una e nell' altra rispettivamente, e vi si sostiene costante, o tolta si rinnova, in virtù di tale mutuo contatto mantenuto o

---

(*a*) Per accennar quì alcuno dei modi, con cui determino tal condensazione, dirò, che faccio delle prove infondendo nel piatto collettore affacciato al compagno, che comunica col suolo, l' elettricità forte di 1, 2, o 3 gradi al più del mio elettrometro a pagliette; procedente però tal elettricità da un amplissima sorgente; per esempio da una grande boccia di Leyden carica appunto ad 1, 2, o 3 gradi; ed osservando quanti gradi poi ne ottenga colla solita manipolazione, alzando cioè esso piatto collettore pel suo manico isolante, e portandolo prontamente al contatto dallo stesso elettrometro; ottenendo per tal modo un elettricità 100, 150 ec. volte più forte di quelli 1, 2, o 3 gradi, vedo tosto quanto vi è stata accumulata o condensata, cioè 100, 150 volte ec. i quali gradi allora non potendosi misurare coll' elettrometro a boccetta troppo limitato, convien riportarli al quadrante elettrometro, e sapere in qual rapporto stanno i gradi di quello coi gradi di questo.

rinnovato. Così dunque se il condensatore, che adopro, condensi 120 volte, ed io ne ottenga, con far comunicare per qualche momento a questa o a quella di tali lastre congiunte il piatto collettore, ed innalzato indi dal piatto compagno portarlo all'elettrometro, ne ottenga, dico, 2 gradi, ne deduco essere stata 120 volte minore, cioè $\frac{1}{60}$ di grado la tensione elettrica di esso piatto collettore, quando e finchè trovossi accoppiato; e conchiudo che eguale pure ad $\frac{1}{60}$ di grado, o certamente non minore debba essere stata la tensione elettrica della lastra, che potè comunicarne tanta a quello, e lo può di nuovo e sempre a qualunque altro o conduttore semplice, o condensatore, o boccia di Leyden di qualsiasi capacità, come vedremo. Lo stesso conchiudo se portando la condensazione a 180, 240, 300 volte (al qual segno può benissimo arrivare un eccellente condensatore, i cui dischi metallici esattamente piani sieno spalmati d'ottima sottil vernice) i gradi, che ottengo all'elettrometro, siano corrispondentemente 3, 4, 5: conchiudo cioè ancora che la tensione elettrica della lastra fatta comunicare ad esso condensatore è di $\frac{1}{60}$ di grado.

§. XV. Or tali in circa sono i risultati che ho avuti ripetendo e variando in molti modi e in diversi tempi le prove (che ho anche mostrate a varie persone intelligenti): cioè tutti concorrono a stabilire che $\frac{1}{60}$ di grado circa del mio elettrometro a paglie sottili è la tensione elettrica indotta dal mutuo contatto dello zinco coll' argento, per eccesso in quello (El. +), per difetto (El. —) in questo;

come sopra ho avanzato (§. II). Con altri metalli, meno diversi fra loro in ordine a tale virtù motrice del fluido elettrico, la tensione che sorge è minore, e tanto minore quanto meno differiscono tra loro, ossia sono meno distanti nella serie o scala quì indicata, in cui i primi spingono il fluido elettrico in quei che sieguono, cioè argento, rame, ferro, stagno, piombo, zinco (a). Ma vi sono pure sostanze che più ancora dell'argento e dell'oro spingono il fluido elettrico negl'altri metalli, e massime nello zinco; queste sostanze sono la piombaggine, alcuni carbòni, e soprattutti il manganese nero cristallizzato. Pel contatto di quest'ultimo collo zinco arriva la rispettiva tensione al doppio quasi di quella che dà l'argento collo stesso zinco, cioè tra $\frac{1}{38}$, e $\frac{1}{40}$ di grado.

§. XVI. È facile comprendere che acciò la lastretta *z* di zinco, che si fa comunicare al piatto collettore, possa indurvi tanto fluido elettrico quanto pur se ne richiede per portarvi la tensione a $\frac{1}{60}$ di grado, allorchè stà esso affacciato al piatto compagno, onde poi salga a 2, 3, 4 gradi col levarlo in alto; acciò, dico, quella lastretta *z* possa indurre tanta elettricità nel piatto collettore, che gode di una grande capacità, è necessario che l'altra lastretta *a* contigua o tengasi colle dita umide, come nelle

---

(a) Nelle mie memorie precedenti trovasi questa scala molto più estesa, comprendendo altri metalli, e semimetalli, solfuri, e miniere, oltre il carbone.

sperienze sopra descritte (§. V e seg.) o comunichi in altre maniere liberamente coll'ampio ricettacolo della terra, o almeno con conduttori molto estesi, o con recipienti di assai vasta capacità, quali sono, per esempio, le boccie di Leyden abbastanza grandi; poichè altrimenti se fosse isolata, o se non avesse altre capaci comunicazioni cotesta lastretta *a* d'argento, fornito da essa quel pochissimo di fluido elettrico allo zinco che può perdere per venire allo stato di elettricità in meno (El. —) eguale ad $\frac{1}{60}$ di grado (che è il massimo di tensione, a cui può giungere in virtù del contatto con esso zinco), non potrebbe fornirne di più, e quindi anche la lastretta di zinco *z*, non potrebbe passarne al condensatore di più di quel pochissimo ricevuto a sole spese di detta lastretta d'argento di limitatissima capacità. Vi vuol dunque che questa abbia delle buone comunicazioni, onde trarre il fluido elettrico, e risarcirsi mano mano che ne dà allo zinco, e questo ne deposita nel capace condensatore, se ha ad accumularsi in esso condensatore nella quantità e fino al segno sopra indicato.

Così se rivolgendosi la lastretta *a*, ossia l'argento, al condensatore, e toccandolo rimanesse la lastretta di zinco *z* in aria, voglio dire senz'altra comunicazione, ricevuto che avesse questa quel pochissimo di fluido elettrico, che vi vuole a portarvi l'El. + alla tensione di $\frac{1}{60}$ di grado, che è tutto quello che può sopportare esso zinco in virtù del mutuo contatto coll'argento, non potrebbe questo dargliene di più, finchè sussiste in quello,

non avente altra comunicazione, cotal tensione, e non dandogliene detto argento, neppure ne trarrebbe dal condensatore oltre quella scarsissima dose corrispondente alla da lui fatta perdita.

§. XVII. Vedesi pertanto, che neppure coll' ajuto del condensatore, e sia pur eccellente, si possono ottenere segni sensibili all' elettrometro da due metalli diversi che si toccano, sian pure questi tra i migliori motori, come argento e zinco, e se uno di essi non comunica con buoni e vasti conduttori, o assai capaci recipienti, mentre l' altro fa passare l' elettricità, che và mano mano contraendo, entro ad esso condensatore, e in tal modo ve l' accumula. Ma io era pur giunto fin dal 1796 ad ottenere de' segni abbastanza marcati da due soli metalli, senza l' intervento di alcun altro conduttore, senza altre comunicazioni, da due metalli, dico, diversi tra loro addotti a mutuo contatto, e altronde isolati, giunto era ad ottenere questi segni all' elettrometro anche senza l' estraneo soccorso di condensatore, o a meglio dire facendo essi metalli medesimi combaciantisi con larghe faccie e piane offizio di *motori*, e di *condensatori* insieme, come ho spiegato in una memoria pubblicata nell' anno seguente 1797. (Ved. Mem. prec. nota), che contiene molte di tali sperienze fatte con piattelli di diversi metalli, i quali applicati l' uno all' altro, indi divelti, e tenuto ciascuno per un manico isolante, davano segni a dirittura all' elettrometro ec.

§. XVIII. Queste più antiche sperienze, colle

quali ottenea parimente 2, 3, 4 gradi di elettricità per eccesso (El. +) in un piattello di zinco, ed altrettanto di elettricità per difetto (El. —) in uno d' argento applicati a mutuo contatto colle faccie loro ben piane ed unite, indi staccati, le spiegava io già allora, e le spiego in oggi co' medesimi principj sopra esposti, dello spingere cioè che fa l' argento e versare il fluido elettrico nello zinco fino al segno di indurre in questo una tensione di El. +, in quello di El. —, eguali l' una e l' altra ad $\frac{1}{60}$ di grado circa (*a*) : per giungere alla qual tensione tanto maggior dose di fluido elettrico dovea fornirsi dall' uno all' altro piattello, quanto questi affacciati uno all' altro a dovere, e controbilanciandosi le rispettive elettricità contrarie, compivano nel miglior modo all' officio di condensatore.

§. XIX. Resta dunque in tutte le maniere comprovato, che a $\frac{1}{60}$ di grado *circa* (dico un' altra volta *circa*, come già ho detto al principio, perchè una grande esattezza non può ancora pretendersi in simili sperienze: e però questo *circa* dovrà sempre intendersi, ove anche per ischivare ripetizioni io nol ricordi) arriva la tensione di elettricità per eccesso (El. +) nello zinco, e così pure quella di elettricità per difetto (El. —) nell' argento, posti a

---

(*a*) In alcuna di quelle sperienze mi era parso che fosse molto minore, e l' avea valutata a $\frac{1}{20}$ di grado solamente; ma trovai poco dopo ch' era assai maggiore, e presso a poco quale vien quì indicata.

mutuo contatto; e tale si sostiene, finchè dura esso contatto, e quelli non hanno comunicazione con altri conduttori, nei quali possa liberamente scorrere il fluido elettrico spinto e sollecitato da tal tensione.

§. XX. Una bella e luminosa conferma di ciò, una prova la più soddisfacente, che tale e tanta è la rispettiva tensione elettrica prodotta dal mutuo contatto di codesti metalli, quale quì si stabilisce, e quale io l'avea dedotta dalle sperienze sopra indicate, e da varie altre fatte con una sol coppia dei medesimi, cioè di $\frac{1}{60}$ di grado del mio elettrometro a paglie sottili, mi hanno somministrato quelle più recenti, più istruttive, e assai più belle con due, tre, quattro, e più coppie, ottenuto avendo appunto il doppio, il triplo, il quadruplo, ec. di tensione elettrica, cioè invece di $\frac{1}{60}$ di grado $\frac{2}{60}$, $\frac{3}{60}$, $\frac{4}{60}$, ec.: come potei verificare col solito artificio del condensatore, il quale, ove condensando da 120 volte era portato da una sola di tali coppie a 2 gradi di detto elettrometro (§. XIV. XV), lo era poi da due, tre, quattro, cinque coppie, a 4, 6, 8, 10 gradi.

Questo è il gran passo da me fatto sulla fine dell'anno 1799; passo che mi ha condotto ben tosto alla costruzione del nuovo apparato scuotente, ec.; il quale ha cagionato tanto stupore a tutti i Fisici; a me grande soddisfazione, ma stupore non molto dopo l'anzi detta scoperta, che mi promettea bene un tal successo.

§. XXI. Una delle più belle maniere di fare queste nuove sperienze con molte coppie di metalli

si è di soprapporre ad una moneta od altra simile lastretta o piattino d'argento una piastretta eguale di zinco, ed a questa un bullettino di cartone, di panno, di pelle, o di simil altro corpo spugnoso, inzuppato d'acqua; poi una seconda lastretta d'argento coperta da un'altra di zinco, e così altre simili coppie metalliche in seguito, e nel medesimo ordine, coll'interposizione fra coppia e coppia del bullettino o conduttore umido qualunque. La figura terza della tav. II mette sott'occhio un picciolo apparato di questa sorte congegnato a forma di colonna, in cui le lamine o strati d'argento, di zinco, e di sostanza umida vengono indicati dalle lettere iniziali A, Z, *u*.

Disposte così le cose, non si ha che far toccare la sommità di questa piccola colonna, ossia l'ultima lastra, al condensatore, mentre il piede o prima lastra è tenuta in mano, ovvero posa sopra un sostegno qualunque non isolante, comunica insomma per mezzo di buoni o passabili conduttori col suolo: la qual comunicazione è quì pure necessaria per le ragioni già sopra addotte (§. XVI). In questo modo acquista esso condensatore, cioè il piatto collettore (ben inteso che il suo piatto compagno comunichi col suolo) tanta elettricità, quanta ve ne vuole per portarlo alla tensione di $\frac{2}{60}$ di grado se le coppie sono 2, di $\frac{3}{60}$ se sono 3; di $\frac{4}{60}$ se sono 4; e così di $\frac{10}{60}$, di $\frac{20}{60}$ se sono 10, o 20 le coppie ec., onde poi levato in alto dispiega, supposto che condensi 120 volte, li 4, 6, 8 gradi, li 20, 40, ec.

§. XXII. È facile comprendere, dopo ciò che si

è fatto osservare più sopra (§. VII.) per qual ragione sia necessario d'interporre alle coppie metalliche que' strati umidi. Senza di essi, ove cioè si succedessero i suddetti metalli in serie alternata, come negli esempj o tipi espressi nella fig. 2., si vede chiaro, che ogni piastretta di zinco *z*; trovandosi in contatto sopra e sotto a due d'argento *a a*, e quindi le forze che spingono il fluido elettrico da questo a quel metallo essendo in opposizione, si eliderebbero esse vicendevolmente, in guisa che non avanzerebbe da tal conflitto altro che quella picciola forza, che corrisponde all' azione di una coppia sola, nel caso che la serie cominciasse da un metallo e finisse nell' altro, come nella fig. 2., e niuna forza affatto nel caso che la prima e l' ultima piastra fossero del medesimo metallo.

Così dunque egli è impossibile ottenere un ingrandimento di elettricità, cioè una tensione maggiore di $\frac{1}{60}$ di grado, con soli pezzi di argento e zinco accoppiati, per quanto se ne moltiplichi il numero, e vi vuole per ciò conseguire, per giungere ad una forza elettrica più alta, e corrispondente appunto al numero delle coppie metalliche ben ordinate, vi vuole assolutamente che una coppia comunichi all' altra, non immediatamente, ma per mezzo di un terzo conduttore nulla o poco attivo a rincontro di essi metalli, qual è un conduttore di seconda classe, ossia umido (§. IV).

§. XXIII. Neppure con pezzi di tre, o più metalli, senza l' interposizione di conduttori umidi, riesce di ottenere un tal ingrandimento di elettrici-

tà, stante il rapporto che evvi fra tutti i metalli, o conduttori di prima classe, in ordine alla forza con cui questo o quello spinge il fluido elettrico in questo o quell' altro. Per codesto rapporto io intendo, che dato che l' argento es. gr. spinga detto fluido nel rame con forza = 1; il rame lo spinge con forza = 2 nel ferro, il ferro con forza = 3 nello stagno, questo nel piombo con forza = 1, e il piombo finalmente con forza = 5 nello zinco, l' argento lo spingerà nello zinco a cui si applichi immediatamente con forza = 12. Così accoppiando rame con stagno sarà la forza spingente il fluido elettrico da quello in questo = 5; dal ferro al piombo = 4; dal ferro allo zinco = 9: e generalmente, posto a immediato contatto qualsivoglia metallo con qualunque altro, la forza con cui viene spinto il fluido elettrico agguaglia esattamente la somma delle forze dei metalli intermedj ossia compresi nell' indicata serie, o *scala graduata* fra quello e questo; cosicchè sianvi o non sianvi tali metalli intermedj nell' apparato da noi composto, si frappongano tutti ai due che ne formano gl' estremi, o alcuno solamente vi entri di mezzo, e in qualsisia ordine o serie, gli è come non se ne frapponesse nessuno, e la forza elettrica che risulta è sempre la medesima, nè minore cioè, nè maggiore di quella che si dispiega, ove vengano a contatto immediato il primo e l' ultimo.

§. XXIV. Questo esatto rapporto, questo giusto *tenore*, e regolata degradazione nelle forze elettriche dei metalli, ossia conduttori di prima classe

(in cui si comprendono, oltre alcune piriti e miniere, i carboni), ch'io avea scoperto fin dalle mie prime ricerche, e mostrato nelle già citate Memorie, è in vero mirabile e soddisfaciente; ma d'altra parte ci toglie di poter costrurre un apparato molto attivo, il qual giunga a produrre scosse, scintille, ec. con soli metalli, o corpi di tal seconda classe, il che sarebbe pur desiderabile: quanto bello e comodo riuscirebbe un tale apparato: tutto di metalli uniti e stretti insieme a forma per es. di una verga, di una catena, ec.! Chi sa che un giorno non si giunga a costrurre un tale apparato elettromotore tutto solido? Basterebbe trovare qualche conduttore solido abbastanza buono, che fosse però mero conduttore e non motore, o motore ben anche, ma in altro rapporto che quello regolare e graduato, che si osserva ne' metalli; ed interporre quello, invece de' conduttori umidi, fralle solite coppie de' metalli diversi. La cosa mi pare molto difficile, ma non impossibile.

§. XXV. Del resto se il medesimo rapporto si estendesse dai metalli, o conduttori di prima classe, a quelli di seconda o conduttori umidi, neppure coll'interposizione di questi a quelli potrebbesi nulla ottenere; ma fortunatamente non ha luogo, e non si osserva quella legge (come ivi pure mostrai) passando dai detti conduttori e motori di prima classe a quelli di seconda. Dispiegasi sibbene nel contatto di questo o quel metallo con questo o quel conduttore umido qualche forza incitante e movente

il fluido elettrico; ma essa è molto piccola in paragone di quella che si dispiega nel mutuo contatto di due metalli abbastanza diversi, come già ho fatto osservare (§. XII); e *non è già in rapporto coll'azione* che quelli esercitano nno sull'altro. Così, per recare un esempio, spingendo l'argento con una forza = 12 il fluido elettrico nello zinco, e il zinco spingendolo per sua propria virtù nell'acqua con una forza = 1, dovrebbe se avesse luogo l'indicato rapporto come per i metalli fra loro (§.XXIII) spingerlo esso argento nell'acqua con forza = 13, eppure non ve lo spinge che con forza = 1 anch'esso, poco più, o poco meno. Non trovasi dunque più tra i conduttori di prima e seconda classe quel rapporto, ossia non vi corrispondono le rispettive forze con giusta norma e tenore, come si osserva per quelli di prima classe tra loro (§. cit.).

§. XXVI. Che se avesse luogo così fatto rapporto e corrispondente gradazione anche passando da una classe all'altra, ed ambe ne formassero così una sola, è chiaro che a nulla servirebbe l'interporre ad ogni coppia di metalli diversi un conduttore umido, qual egli si fosse, come a nulla serve l'interporre un terzo metallo qualunque (§. XXIII), e che giunto non sarei mai, moltiplicando, tali coppie e strati umidi, ad avere maggior forza di elettricità di quella avea ottenuto da una coppia sola. Se vi son giunto pertanto, se ho potuto costrurre degli apparati che danno segni elettrici tanto più forti, delle scosse gagliarde, scintille ec., è dunque in

grazia di questo cambiamento di tenore nel passaggio dalla prima alla seconda classe de' motori elettrici.

§. XXVII. Può domandarsi quì (e la questione è d'importanza), se il rapporto, ossia quella regolata giusta gradazione, che si osserva tra i conduttori di prima classe, riguardo alle rispettive loro forze in qualità di motori del fluido elettrico (§. XXIII) e che manca poi nel passaggio da quella prima alla seconda classe (§. XXV) abbia luogo di nuovo per i conduttori di questa seconda classe tra loro, cioè non sortendo da tal classe. Supposto che avesse luogo, diverrebbe impossibile il costrurre un apparato con questi soli, che dispiegasse una forza elettrica di qualche polso, atta a scuotere le braccia ec., come abbiam mostrato (§. XXII, XXIII) esser impossibile costrurlo con soli della prima classe.

§. XXVIII. Eppure, se non l'arte, la natura ha trovato il modo di riuscirvi negli organi elettrici della Torpedine, dell'Anguilla tremante (Gymnotus electricus) ec. costrutti di soli conduttori di questa seconda classe ossia umidi, senza alcuno della prima, senza alcun metallo; e forse non siam lontani che anche l'arte vi possa arrivare. Convien dunque dire che l'indicato rapporto e regolata gradazione rispetto alle forze motrici del fluido elettrico non si osservi dai conduttori di seconda classe neppure fra loro, o almeno non abbia luogo per tutti, ma procedan le cose con altre leggi e tenor diverso, almeno riguardo ad

alcuni; oppure che debbasi per avventura la seconda classe suddividere, e riconoscerne una terza, in cui i conduttori siano bensì in rapporto fra loro in qualità di motori, come lo sono quelli dentro ciascuna delle altre due classi, ma non lo siano coi conduttori della seconda.

§. XXIX. Potrebbe per avventura questa terza classe di conduttori, e motori tutt'insieme, essere formata da corpi, che contengono bensì qualche umore, ma o coagulato, o incorporato e fissato in modo, che non se lo può facilmente spremer fuori, onde neppure possono dirsi propriamente cotai corpi intrisi o bagnati; quali sono molte sostanze animali, muscolari cioè, tendinose, membranacee, nervee ec., che fresche e recenti si mostrano migliori conduttori dell' acqua stessa, e di altri umori; e potrebbero negli organi elettrici della Torpedine quelle laminette, ossia pellicole sovrapposte le une alle altre in sì gran numero entro ciascuna delle colonnette, che compongono tali organi, potrebbero essere metà d' una, e metà d'altra di tali sostanze conduttrici e motrici dell' accennata terza classe, disposte alternativamente, e interpolate ad ogni pajo o coppia eterogenea da uno de' conduttori appartenenti alla seconda classe, da uno strato umido ec. Tale è l'idea ch' io mi formo di siffatti organi elettrici; i quali composti di sostanze tutte conduttrici, a niun altro apparato elettrico possono paragonarsi fuorchè al mio, il quale imitando perfettamente essi organi negli effetti, vi rassomiglia financhè nella forma.

PARTE SECONDA (1).

§. XXX. Resta pertanto provato ad evidenza, che ad ogni contatto di un pezzo di argento o di rame con uno di zinco, e finchè dura tale contatto, conforme si è fatto osservare (§. 19 e segg.), viene spinto il fluido elettrico da quello in questo metallo: nel quale (notisi ciò bene) non rimane già in riposo, impiegandosi a soddisfare qualsiasi di lui appetenza, attrazione, o capacità rispettivamente maggiore, come potrebbe credersi, (e come da taluni è stato male inteso ciò che di questo passaggio del fluido elettrico da uno in altro metallo per virtù del semplice loro contatto ho avanzato in tutte le antecedenti Memorie); ma tende continuamente ad uscirne con una forza eguale ad $\frac{1}{6}$ circa di grado del mio elettrometro a paglie sottili, siccome l'argento tende con egual forza a ripigliare da altri corpi il fluido somministrato da esso allo zinco. Insomma piuttosto che un attrazione, che tiri il fluido elettrico dall'argento nello zinco pel mutuo loro

(1) Estratta dagli Annali di Chimica del Prof. Brugnatelli, Vol. 12. a cart. 163.

contatto, vuol dirsi un impulso, qual ei pur sia, che ve lo caccia a forza (*a*). Tale dunque, e tanta

---

(*a*) Le prime mie sperienze, colle quali ottenea segni all' elettrometro da un piattello di metallo qualunque posto a combaciamento di un altro metallo diverso, e quindi staccatone, sperienze descritte ampiamente nelle Lettere a Gren e ad Aldini, pubblicate le prime fin dal 1797 in questi annali, e ricordate quì sopra (§. II.), poteano per avventura lasciar dubbio, che il zinco per esempio prendendo del fluido elettrico all' argento, lo prendesse solo, e tanto solo quanto corrispondesse ad una certa qual sua appetenza, ossia bisogno di saturarsene in certo modo, e che amasse quindi ritenerlo, nè se ne mostrasse aggravato, ossia carico sopra il naturale suo stato, elettrico quindi per eccesso, se non dopo staccato dall' argento, da cui avea tratto tal dose di fluido. Io però non pensava così; ma bene, che durante ancora il suo accoppiamento coll' argento tendesse esso zinco a cacciar fuori d' altra parte il fluido elettrico ricevuto, o che andava ricevendo da quello, a sgravarsene cioè versandolo ne' conduttori umidi, con cui avesse comunicazione: e così che l' argento tendesse a tirarne a se dagli stessi, o da altri conduttori umidi, per risarcirsi di quello già da lui versato, o che andava versando nello zinco; con che venisse poi a formarsi, ove fosse compito il circolo conduttore, quella corrente continua di fluido elettrico, che ho sempre sostenuta, quella corrente che producea a mio avviso tutti i fenomeni dell' in allora mal supposta elettricità animale, ossia di quello che anche in oggi vuol chiamarsi *Galvanismo*. Ora le sperienze, con cui ottengo segni sensibili all' elettrometro da due metalli diversi accoppiati, mentre e per tutto il tempo che stanno effettivamente congiunti (§. 5. e segg.), e ne ottengo di tanto più forti dal nuovo

elettricità manifestano, cioè $\frac{1}{60}$ di grado di El. *per eccesso* (El. +) il zinco, di El. *per difetto* (El. —) l'argento, stando a tal mutuo contatto applicati, e finchè ci stanno; e a tanto di tensione possono quindi portarla in altri conduttori, o recipienti, cui si faccia comunicare questo o quello di tai metalli accoppiati, mentre l'altro comunica liberamente col suolo, condizione affatto necessaria (§. V, XVI e segg.).

§. XXXI. Questo principio è il fondamento di tutto. Al quale se si aggiunge la supposizione, già non più supposizione, ma verità di fatto, che ad ognuno di tali contatti de' due metalli, riceve il fluido una tale e tanta spinta, che questi impulsi cioè si ripetono per ciascheduna di tali coppie metalliche poste in serie, e perseverano costantemente durando i contatti, come le sperienze han dimostrato (§. XX e segg.) niente più manca per la spiegazione di tutti i fenomeni, che presenta il mio apparato.

§. XXXII. Si spiega particolarmente per tal azione continuata indeficiente come non solamente un condensatore, ma una boccia di Leyden piccola o grande che sia, ed anche grandissima, e fino una capacissima batteria elettrica, si carichino da

---

apparato a colonna, a corona di tazze, ec. quanto maggiore è il numero de' metalli diversi permanentemente accoppiati, e disposti in giusta serie (§. 20. e segg.), queste sperienze pongono la cosa fuori di dubbio, e confermano nella più bella maniera le mie antiche idee.

un tal apparato in pochi istanti alla medesima *tensione* di questo, cioè ad 1 grado circa del mio elettrometro a paglie sottili, ove esso apparato sia composto di circa 60 coppie di zinco e argento, o zinco e rame; a 2 gradi ove sia composto di 120 coppie ec.; giacchè l'apparato colla sua perseverante azione continua a comunicare l'elettricità ad essa boccia o batteria, a infondervi cioè via via fluido elettrico se le tocca coll'estremità sua che ne ridonda, semprechè l'altra estremità che ne scarseggia possa mediante le necessarie comunicazioni risarcirsi quanto bisogna; o viceversa continua a sottrarne, se con questa estremità negativamente elettrizzata le tocca, mentre l'altra gode di opportuno sfogo, ossia comunica a capace recipiente, in cui versare il fluido accumulato; continua, dico esso apparato elettromotore a comunicare la sua elettricità positiva o negativa a qualsiasi recipiente, al condensatore, alla boccia, alla batterìa, fino a che la carica vi sia portata ad una *tensione* equilibrata colla sua, finchè cioè la reazione sia eguale all'azione: lochè si compie in pochissimi istanti; rigorosamente però in tempo più lungo a misura che la capacità della boccia, o delle boccie riunite, che ricevono tal elettricità è più grande.

§. XXXIII. Or una boccia di vetro molto sottile, che abbia circa un piede quadrato di armatura, caricata ad 1 o 2 gradi del detto elettrometro a paglie sottilissime, che ne faccia cioè divergere le punte $\frac{1}{2}$, od 1 linea può già dare una scossa,

debolissima invero, ma pur sensibile, provocandone la scarica mercè il toccarne l' uncino procedente dall' interna armatura con una lastra di metallo, che tiensi impugnata in una mano ben umettata, mentre un dito dell' altra mano pesca in un vaso d' acqua comunicante per mezzo di altra lamina metallica al tondo, ossia armatura esterna di essa boccia; una scosserella cioè, che prende una o due articolazioni di quel dito intinto (*a*). Che se facciasi la prova con boccie o grandi giare, pur esse di vetro sottile, aventi 2, 3, 4 piedi quadrati di armatura, e caricate similmente, o con un breve contatto del mio apparato, o colle scintille di un elettroforo, o con macchina elettrica ordinaria, caricate, dico, ad 1 o 2 gradi dello stesso elettrometro a pagliette, la scossa notabilmente più risentita a proporzione prenderà tutto il dito, ed anche forse ambe le mani fino al corpo. Finalmente con una batterìa di 10, 15, 20 piedi di

---

(*a*) Farò osservare quì che con questa maniera, la più acconcia a far sentire le picciolissime scosse, ne ottengo la minima, cioè una appena sensibile al dito mignolo, dalla giara di 1 piede quadrato di armatura, pur che sia di vetro ben sottile caricata a $\frac{1}{2}$ grado; ed una parimenti minima dalla mia batteria di 10 piedi quadrati caricata ad $\frac{1}{8}$, ed anche a $\frac{1}{10}$ solamente di grado: le quali debolissime cariche ben si comprende che non possono manifestarsi nè all' elettrometro mio a paglie sottili, nè a quello pure di Bennet a listerelle di foglietta d' oro, se non coll' ajuto di un buon condensatore.

armatura riuscirà assai più grave la commozione con la stessa carica di 1 ovvero 2 gradi, e si estenderà al gomito, e per avventura fino agli omeri. Nulla dico dell' effetto che produrrebbero batterìe di 60, 100, 150, 200 ec. piedi quadrati caricate con apparati di 200, 300, o più coppie metalliche, e quindi a più di 3, 4, 5 gradi, perchè non ho ancora sperimentato con elettro-motori e batterìe così grandiosi: del resto è facile predire che se ne avrebbero scosse tanto più valide ec. (*a*).

§. XXXIV. Conviene, perchè riescano queste sperienze colle boccie di Leyden, e massime colle batterìe di portata, che non vi sia fra i conduttori

---

(*a*) Al tempo che stesi, e lessi all' Instituto Nazionale di Francia (in Novembre cioè del 1801) la presente memoria, non avendo ancor potuto procurarmi delle più grandi batterie costrutte colle attenzioni richieste, avea fatte delle prove soltanto con picciole, e al più di 10 piedi quadrati di armatura, ch' io mi era costrutte in mia casa a Como alcuni mesi prima. Or questa batteria di 10 piedi caricata con uno de' miei apparati a colonna di circa 120 coppie di rame e zinco, mi dava una abbastanza forte commozione fin oltre al gomito. Intanto il Dott. Van-Marum da me eccitato a sperimentare più in grande, faceva le sue prove in compagnia del Prof. Pfaff: con una batteria di circa 150 piedi quadrati di armatura, che caricava con varie pile, fino con una di 200 coppie, e ne avea scosse molto più gagliarde, non però tali ancora quali mi sarei aspettato, e quali ottenute si sarebbero, se fosse stata meglio costrutta la batteria stessa, e soprattutto il vetro delle giare più sottile.

delle medesime che debbono comunicare fra loro, nè fra questi e le rispettive armature, la minima interruzione; giacchè altrimenti non potrebbe effettuarsi a dovere nè la carica, nè la scarica, essendo tale carica, che arriva ad 1, o 2 gradi solamente dell' elettrometro a paglie sottili, tanto debole, che non può lanciarsi all' intervallo di $\frac{1}{60}$, e neppure forse di $\frac{1}{600}$ di linea, ossia spezzare una lamina d' aria di tale grossezza, come mi sono con apposite sperienze assicurato (*a*): nè superare qual-

---

(*a*) Queste sperienze, per cui ho congegnata a bella posta una macchinetta, che serve benissimo anche ad altre investigazioni, mi hanno mostrato: che per la scarica, ossia per il salto della scintilla fra due palle metalliche di un pollice circa di diametro ad 1 linea di distanza, vi vuole che la carica tanto di un semplice conduttore, quanto di una boccia picciola o grande, ed anche grandissima, giunga a 12 in 13 gradi di un elettrometro di Henly, ossia quadrante elettrometro, reso più leggiero dei comuni; e per altri riguardi da me perfezionato, colle debite correzioni alla scala, onde averne i gradi esattamente comparabili, che per il salto della scintilla di 2, 3, 4 linee vi vogliono proporzionatamente da 25, 34 $\frac{1}{2}$, 50 gradi di carica; e così 6 gradi solamente, o poco più per il salto di $\frac{1}{2}$ linea, 3 g. per quello di $\frac{1}{4}$ lin. ec., insomma, che la distanza a cui può giungere la scintilla, ossia farsi la scarica, è in esatta o quasi in esatta proporzione col grado di elettricità che segna l' elettrometro corretto, almeno dentro gl' indicati limiti. La qual cosa è invero molto rimarcabile, come lo è più ancora che la lunghezza del tiro della scintilla per egual grado dell' elettrometro non differisca notabilmente, qualunque sia la capacità del reci-

siasi altro equivalente ostacolo. Di quì viene che fino le catene metalliche formate di più anelli, ed anche di pochi, se non siano molto tese, arrestano la scarica, o almeno non la lasciano passare abbastanza liberamente per produrre la scossa, arrestano, dico, o ritardano la scarica della boccia o della batterìa elettrizzata a così debol grado, come arrestano o ritardano quella della Torpedine (*a*), e del mio nuovo apparato, che tanto vi

---

piente che porta la carica, o picciola cioè di un semplice conduttore, o grande di una boccetta di Leyden, o grandissima di un' ampia giara, o di molte unite in una batteria, conforme abbiamo già accennato: così dunque tanto lanciasi la scintilla a 2 linee di distanza, e non più, da una batteria carica a 25 gradi del quadrante-elettrometro, la qual carica importa una grandissima quantità di fluido elettrico, quanto da una sola mediocre o picciola boccia, od anche da un semplice conduttore, la cui carica, segnando ugualmente all' elettrometro 25 gr., è formata da molto minor copia di fluido.

Ora 1 grado di quel quadrante-elettrometro valendone circa 12 dell' altro mio a paglie sottili, come da molti confronti fatti ho potuto rilevare, risultano 150 gradi di questo elettrometro per la scarica che può farsi ad 1 linea di distanza: e ritenuta la giusta proporzione sopraindicata per un sol grado di carica a questo stesso elettrometro (cioè $\frac{1}{2}$ linea che si aprano le punte delle pagliette) ad $\frac{1}{150}$ di linea potrà giugnere la scarica, e non più; per 2 gradi ad $\frac{1}{75}$ lin. ec.

(*a*) Il Sig. Cavendish nella sua egregia memoria (inserita nelle Transazioni Anglicane per l'anno 1776), in cui paragona appunto la scarica elettrica della torpedine

rassomigliano, l'impediscono cioè i piccolissimi intervalli fra anello ed anello, o qualche patina che li ricopre e toglie l'immediato contatto metallico.

§. XXXV. Quindi anche i conduttori imperfetti, come l'aria diradata eziandio al sommo, il vetro rovente, e la fiamma stessa (la quale non è già un buon conduttore, come si è veduto), i legni, le pelli, ed altri corpi non molto umidi, se non impediscono del tutto, difficultano almeno e ritardano tale scarica, tanto che non si ha una scossa sensibile. Così è; l'interposizione ai migliori conduttori di una fiamma viva, anche per una sola mezza linea, toglie di sentire la scossa, sia da una grande boccia o batterìa elettrica, sia dal mio apparato elettro-motore, ne' quali la *tensione* arrivi a pochi gradi solamente dell'elettrometro a pagliette (*a*) comunque lasci tragittare essa fiamma,

---

a quella di una grande batteria caricata debolissimamente, per ciò che dall'una, come dall'altra, una grandissima copia di fluido elettrico si scaglia con una picciolissima intensità, ha mostrato come si possono imitare, appunto con una grande batteria carica ad un debolissimo grado, tutti gli accidenti della scossa della torpedine, e segnatamente quelli di non trasmettersi essa commozione per archi conduttori aventi la più picciola interruzione, di non eccitare quindi scintilla visibile, di non produrre movimenti elettrometrici, ec.

(*a*) Le prove che ho fatte a questo oggetto mi hanno mostrato che acciò la fiamma traduca la scossa di una boccia o batteria, vuol essere la carica più di 20 o 30 gradi del detto mio elettrometro.

ma lentamente, il fluido elettrico tantochè con un poco più di tempo si accumula nel condensatore in quantità sufficiente, per dar indi i soliti segni all'elettrometro, come ho più volte sperimentato.

§. XXXVI. Ed ecco così spiegata naturalmente la cosa: ecco tolta l'obbjezione che la fiamma, ottimo conduttore dell'elettricità, qual si pretendea (ma che tale poi non è), pur non lo sia, o sembri non esserlo, dell'agente galvanico: ecco infine dimostrato, che tutto procede del pari per le boccie o batterie elettriche, e per il nuovo mio apparato elettro-motore.

§. XXXVII. Così non dee più far meraviglia che una carta sottilissima interposta ad ottimi conduttori, la pelle asciutta del nostro corpo, e fin l'epidermide delle foglie verdi, bastano ad impedire la scossa che dovrebbe dare, o il detto apparato, o la batterìa elettrica, e che danno poi ove tal carta, o pelle, trovinsi umettate a dovere. Non dee insomma far meraviglia che cariche cotanto deboli non possano vincere la più piccola coibenza, e che i conduttori di lor natura molto imperfetti, o trattengano o ritardino assai il corso al fluido elettrico spinto con forza troppo debole, qual è quella che manifestasi con 1 grado o 2 di *tensione*.

§. XXXVIII. Ma nasce quì invece un'altra difficoltà. E come mai, dirassi, può una carica elettrica cotanto debole, e la di cui scarica non succede alla minima distanza visibile, ma solo può può elicersi coll'addurre degl' ottimi conduttori al

contatto, o quasi a contatto, come può tal meschinissima carica eccitare sì potente scossa? Questa difficoltà, comune parimenti alle grandi boccie o batterìe, agli amplissimi conduttori, e ai miei nuovi apparati elettro-motori, mi propongo ora quì di togliere in un modo, che dovrà soddisfare chiunque voglia meco ben ponderare le cose, che vado ad esporre. Ma prima mi giova far osservare, che una tal difficoltà non milita dunque contro l'identità del fluido elettrico e del galvanico, ossia di quello che è messo in giuoco ne' detti miei apparati; giacchè è comune e a questi ed alle grandi boccie o batterìe; e che ho quindi avuto ragione di dire nel primo annunzio che diedi di tali apparati alla Società Reale di Londra nel mese di Marzo del 1800, che le scosse prodotte da' medesimi sono simili, dell'istessa natura e polso di quelle delle *grandi batterìe elettriche debolissimamente cariche*, supplendo come in queste, così e meglio ancora in quelli, alla poca intensità, onde è spinto il fluido elettrico, la grandissima quantità del medesimo, che passa in una corrente continua per molti istanti successivi.

§. XXXIX. Si è creduto di spiegare sufficientemente come e perchè una batterìa, od una boccia di Leyden di gran capacità, caricata a un grado debolissimo produce una forte scossa, quale non è prodotta da una piccola boccia caricata al medesimo grado, si è creduto di spiegar ciò in una maniera soddisfacente col dire semplicemente, che gli è perchè la capace boccia o batterìa sca-

rica *in un istante* una più grande quantità di fluido elettrico che la boccetta, e precisamente una copia tanto più grande, quanto ella ha più di capacità. Ma non si è fatto attenzione che questo termine *in un istante* non è rigorosamente giusto, che egli è anzi assolutamente falso, se si intende un momento indivisibile. Egli vi abbisogna sempre di un tempo finito per una scarica qualunque, che è quanto dire, essa deve durare un certo tempo: quantunque questo tempo possa essere, e sia infatti per le scariche ancora delle più grandi boccie o batterìe, brevissimo, e tale che difficilmente potremmo noi misurarlo, tale insomma che ci sembra un' istante. Or questo tempo, questa durata della scarica debbe tirare più in lungo a carica eguale (al medesimo grado cioè dell' elettrometro) per una grande che per una piccola boccia, e tanto appunto più in lungo, quanto la capacita dell' una, e quindi la quantità di fluido elettrico che forma una tal carica, supera la capacità dell' altra; giacchè a carica eguale *la tensione elettrica*, e per conseguenza la velocità con cui il fluido elettrico viene spinto, e deve scorrere scaricandosi, è la medesima. Per tal modo, supponendo che la capacità sia 10 volte più grande, siccome ha bisognato in questo caso 10 volte più di fluido elettrico per portarvi la carica al dato grado, così parimenti vi bisognerà 10 volte più di tempo acciò la scarica di tutto questo fluido si compia colla *tensione* e velocità data. Così è: per l' istessa ragione che vi va 10 volte più di tempo circa a caricare questa boc-

cia, che ha 10 volte più di capacità, a caricarla, dico, a un dato grado, con una macchina elettrica di un attività data e costante, di quello ci vada a caricare una boccetta, la quale non abbia che 1 di capacità; ci andrà pure 10 volte più di tempo per compirne la scarica, che fassi con una *tensione data*.

§. XL. Non è dunque vero, che le boccie o batterìe di una grande capacità versino collo scaricarsi una *più grande quantità* di fluido elettrico *in un istante*, ossia nel medesimo tempo che le piccole e di ristretta capacita, cariche le une e le altre al medesimo grado dell' elettrometro. Elleno non ne versano che la medesima quantità pel primo istante (attesochè la *tensione* elettrica, e quindi la velocità della corrente di questo fluido, è la medesima per le grandi boccie come per le piccole nella nostra supposizione); ma la scarica delle grandi, ossia molto capaci, dura più istanti che quella delle piccole boccie. Non v' ha dubbio: la scarica delle prime impiega più tempo; ella si estende, per così dire, a molte scariche successive, quantunque si compia ancora in un tempo cortissimo, tale che a noi pare un istante, come già si è detto (§. prec.).

§. XLI. Ciò ritenuto, parrebbe che una boccia di Leyden grandissima non dovesse dare una più forte commozione di quello faccia una boccia mezzana o piccola, caricate al medesimo grado dell' elettrometro, s' egli è pur vero che la medesima quantità di fluido elettrico viene a versarsi sì dall'

una che dall' altra *in un istante*; giacchè il fluido elettrico essendo animato egualmente, sollecitato dalla medesima tensione, spinto in una parola colla medesima velocità, tanto dalla piccola boccia quanto dalla grande, cariche ad egual grado di *tensione*; dovrebbe urtare o scuotere egualmente nell' uno e nell' altro caso la persona attraverso di cui si scarica. E di vero la corrente elettrica non è ella eguale in tali casi, o vogliam dire, non passa la medesima quantità di fluido elettrico in un dato tempo? Ciò è, che abbiamo stabilito, posta la *tensione* di carica eguale, vale a dire al medesimo grado dell' elettrometro. Come va dunque che la scossa è più forte quando viene da una boccia più grande, o da una batterìa; e tanto più forte, quanto questa boccia o batterìa ha maggiore capacità? Ciò viene da che la scarica è prolungata, cioè a dire che la corrente elettrica dura un tempo tanto più lungo, quanto la dose di fluido che forma la carica di detta grande boccia o batterìa supera la dose che forma la carica della piccola boccia, portate al medesimo grado dell' elettrometro l' una e l' altra.

§. XLII. Si avrà forse della pena a credere che la forza della commozione sia dovuta alla continuazione del torrente elettrico, alla sua durata per un certo tempo, sembrando che siffatte commozioni elettriche, siccome le scariche delle boccie di Leyden che le producono, siano istantanee, ed essendo sempre state riguardate come tali. Ma ben riflettendo si comprenderà tosto che niente si può

effettuare assolutamente in un istante indivisibile, e che in particolare la corrente di fluido elettrico prodotta da una scarica qualunque, deve in ogni caso durare un certo tempo, un tempo finito; comecchè questo tempo possa essere cortissimo, e non misurabile coi nostri mezzi, come si è già detto (§. XXXIX e seg.). Ora la cosa procede giusto così: il tempo che dura il torrente elettrico prodotto dalla scarica di una grande batteria, per es. di 40, 60, o più piedi quadrati di armatura, caricata a 1 o 2 gradi del mio elettrometro a paglie sottili, scarica che può dare una assai forte commozione alla persona, cui questo torrente attraversi (§. XXXIII), un tal tempo non arriva sicuramente ad $\frac{1}{20}$ di secondo, e forse neppure ad $\frac{1}{50}$, o ad $\frac{1}{100}$ (*a*). Non

(*a*) Quando tengo ben impugnata in una mano umida una larga lastra di metallo annessa alla base di una buona pila, e porto il vertice di questa al contatto del conduttore procedente dalle armature interne della mia batteria ottimamente disposta per così caricarla, se nel medesimo tempo comunico coll' altra mano parimenti umida colle armature esterne, all' atto di tale carica ne rilevo in ambe le mani una scossa prodotta, come si comprende, dalla copia di fluido elettrico che viene estratto da una faccia delle bocce componenti la batteria, corrispondentemente a quello che si accumula nella faccia opposta, conforme alla nota teoria delle cariche di Leyden; rilevo, dico, una scossa da quella copia di fluido elettrico, che accorre così attraversando il mio corpo ad un capo della pila, a misura che l' altro capo ne versa nella batteria, e v' induce la carica; scossa, che riesce tanto più forte, quanto più è attiva

ostante si concepisce che può durare, e la ragione ci persuade, che dura effettivamente 100 volte più

---

essa pila, e quanto la batteria è più capace. Dopo questa scossa, che ricevo per un contatto della pila colla batteria, il quale avvegnachè brevissimo, e sensibilmente istantaneo, basta a compiere di questa la carica, a portarla cioè al grado di *tensione* che ha la pila medesima, non ho più altre scosse continuando, o replicando tali contatti: ma bene ne rilevo una eguale, ed anzi più gagliarda, provocando ora dell' istessa batteria la scarica con una semplice lamina metallica egualmente impugnata da una mano senza la pila. Così poi alternando i toccamenti, or colla pila, or colla semplice lamina, ho quante scosse voglio da altrettante cariche e scariche della batteria.

Or la carica che s' introduce nella batteria dalla scarica della pila (come vi s' indurrebbe dallo scaricarvi sopra un' altra batteria, ossia compartir a quella la carica di questa) abbiam già detto, ed è chiaro altronde per la scossa assai sensibile che cagiona all' atto stesso che vi si induce, che ciò compiesi in tempo così breve, che può quasi dirsi un istante. La scarica poi di essa batteria si fa in tempo ancora più breve, come indica la scossa più valida anzi che no di tale scarica; e come debb' essere, trovando la corrente elettrica più facile e spedito passaggio per l' arco conduttore formato della semplice lamina metallica e del corpo della persona, che per questo e la pila, nella quale i dischi umidi interposti ai piattelli metallici offrono, per essere conduttori molto meno perfetti (come vedremo meglio in seguito) altrettanti ostacoli al libero corso del fluido elettrico, e lo ritardano notabilmente. Con tutto questo passa esso da un capo all' altro della pila con tanta prestezza, se tali dischi siano ben intrisi di acqua, e meglio assai di qualche buona soluzione salina, e tanto ne passa continuamente, che a

che il torrente prodotto da una boccia carica egualmente ad 1, o 2 gradi, ma la cui capacità sia 100 volte più picciola. Or bene; egli è a cagione di questa durata troppo corta di un torrente elettrico

---

versarne nella mia batteria di 10 piedi quadrati di armatura tutta quella dose, che vi vuole per portarvi la carica ad 1, 2, 3 gradi dell' elettrometro a paglie, secondo che essa pila è composta di 60, 120, 180 coppie di rame e zinco, basta un contatto il più breve, ch'io abbia potuto finora effettuare, e la ui durata ho potuto calcolare che non arriva ad $\frac{1}{50}$ di secondo, e basterebbe probabilmente anche molto meno. Il Sig. Van Marum infatti portava la carica della sua batteria, otto o dieci volte più capace della mia, all' istesso grado delle sue pile tanto grandi che picciole, con un contatto delle medesime, che giugneva al più ad $\frac{1}{20}$ di secondo (vegg. la sua lettera a me diretta, ed inserita negli *Annali di Chimica* sì Francesi, che Italiani, e in estratto nell' *Histoire du Galvanisme* di Sue).

Che se i dischi umidi della pila lo sian poco, o trovinsi quasi asciutti, sicchè non possa questa dare, provocandola, che scosse leggieri, od anche insensibili affatto, pel ritardo che soffre la corrente elettrica da tali dischi troppo cattivi conduttori; marcando ciò nonostante essa pila la *tensione* corrispondente al numero e qualità delle coppie metalliche di cui è formata (cioè di 1 grado dell' elettrometro a paglie sottili per circa 60 coppie di rame e zinco, di 2 gradi per 120 coppie, ec.), varrà pur anche a caricare fino ad 1, 2 gradi ec. la batteria; ma si richiederà per ciò un contatto che duri per avventura $\frac{1}{4}$ di secondo, $\frac{1}{2}$, un secondo intiero, od anche più secondi, come ho più volte sperimentato, e allora non si avrà scossa alcuna per l'atto di tale carica della batteria, che fassi troppo lentamente; ma bene poi si avrà scaricandola.

eguale altronde in velocità, che la scossa riesce insensibile, o quasi insensibile con tal picciola boccia; laddove ella è non solamente sensibile, ma fortissima, allorquando un torrente della medesima forza o velocità dura 100 volte più, provenendo dalla batteria di una capacità 100 volte maggiore, da una batteria caricata del pari a 1, o 2 gradi soltanto del mio elettrometro a pagliette.

§. XLIII. Questa tiene infine alla natura e disposizione dei nostri organi, i quali, per essere affetti sensibilmente da un agente qualunque, hanno bisogno d' essere sottoposti alla di lui azione per qualche tempo, e sì per un tempo più o men lungo, secondo la natura d' esso agente e il suo grado di attività, e secondo ancora l' eccitabilità propria a ciascun organo. Gli è così che voi non provate punto di impressione sensibile pel contatto passeggiero e momentaneo di un ferro caldo, che vi brucierà le dita ove duri alcuni istanti. La cosa è molto più marcata allorchè l' agente applicato ad alcuno de' nostri organi, o sensi, è poco energico, come quando si applica alla lingua una sostanza leggermente sapida, alla pelle un liquore debolmente caustico, ec., giacchè non si risente il sapore, e il dolore, che dopo alcuni istanti: vi bisogna dunque per eccitargli un' azione continuata per un certo tempo. La necessità di una tal continuazion di azione è ancora più osservabile allorchè (per riaccostarci al nostro soggetto) si vuol eccitare coll' apparecchio elettro-motore quella specie di pungimento e di dolor cocente, che si sente

facendo toccare una delle estremità di esso apparecchio (segnatamente quella che manifesta l'elettricità negativa) (*a*) alla punta del naso, alla fronte, o ad un' altra parte del volto; giacchè se detto apparecchio non è troppo attivo, s'egli non è composto che di 20 coppie metalliche incirca, il bruciore non comincia a farsi sentire, se non dopo che il contatto ha durato alcuni secondi.

§. XLIV. Egli è ben lungi che l'azione elettrica o la corrente di fluido prodotta o da una scarica di Leyden, o da uno de' miei apparecchi debba durare sì lungo tempo per eccitare ciò che si chiama la *commozione*: questa non è sì tarda a comparire come l'anzidetta sensazione di dolore; al contrario è molto pronta. Noi abbiam detto (§. XLII) e l'esperienza lo dimostra che non richiede forse più di $\frac{1}{20}$, di $\frac{1}{50}$, di $\frac{1}{100}$ di secondo, o meno ancora, cioè di quel tempo che impiega la scarica di una grande batteria caricata ad 1, ovvero 2 gradi: che un sì corto spazio di tempo basta per dare una scossa assai forte. Ma sempre sta che vi vuole un qualche tempo, e che un istante indivisibile non basta, e neppure un tempo

---

(*a*) Non si comprende facilmente la ragione per cui è molto più intenso e vivo il bruciore eccitato dal capo o polo negativo della pila, che dal positivo, quantunque la *tensione* elettrica marchi un egual grado. La differenza è grandissima, riuscendo più cocente il dolore con una pila di 20 coppie metalliche applicata in quella maniera, che con una di 60 applicata in questa.

finito eccessivamente corto, com' è quello che impiega a scaricarsi una boccia 100 volte meno capace, caricata similmente ad 1 ovvero 2 gradi soltanto (§. ivi), tempo che non arriva forse ad $\frac{1}{2000}$, ad $\frac{1}{2000}$, o $\frac{1}{1000}$ di secondo.

§. XLV. Coerentemente a ciò che veniamo di far osservare, si può, paragonando la scarica della grande giara o batteria colla scarica della boccetta 100 volte meno capace, si può, dico, considerare la prima come la ripetizione di 100 scariche eguali a quella della boccetta, scariche le quali si succedono e colpiscono la persona 100 volte di seguito: e siccome tutti questi colpi replicati si succedono cotanto rapidamente, cioè nello spazio di $\frac{1}{60}$, di $\frac{1}{200}$ di secondo, o meno, si può riguardargli, sendo così prossimi gli uni agli altri, come riuniti e confusi in un sol colpo, che si fa sentire per tal guisa 100 volte più forte. È cosa ben sicura che le impressioni portate sopra i nostri organi non si estinguono all' istante, ma durano qualche tempo. Quando dunque le prime impressioni sussistendo ancora, ne sopravvengono delle altre in seguito, tutte queste impressioni si accumulano, per così dire, e ne risulta un impressione altrettanto più viva ed energica.

§. XLVI. Concludiamo, che la durata della scarica, o della corrente elettrica, proporzionale alla capacità dei recipienti, supplendo alla debolezza o picciola *tensione* della carica, possono ottenersi delle forti scosse, per debole che sia cotesta carica, fosse ella ancora di $\frac{1}{2}$ grado, di $\frac{1}{4}$, di $\frac{1}{10}$ del mio

elettrometro a paglie, purch'ella si trovi posseduta da recipienti proporzionalmente più grandi (come sarebbero delle batterie di 100, 200 ec. piedi quadrati di armatura), affine che il torrente prodotto dalla scarica abbia una durata tanto più lunga (quantunque non ancora misurabile a' nostri sensi).

§. XLVII. Egli è facile al presente di fare l'applicazione di ciò che abbiamo fin quì considerato, al mio apparecchio. Se una batteria elettrica, caricata ad 1 o 2 gradi dell'elettrometro a paglie, può dare una buona scossa, allorchè avendo 10 piedi quadrati di armatura (§. XXXIII) ella produce colla sua scarica una corrente di fluido elettrico che dura $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{100}$ di secondo, o meno (§. XLII); e se avendo 40, 60, 100 piedi, ella dà, per la medesima carica di 1, o 2 gradi, la quale si scaricherà per conseguenza in un tempo altrettanto più lungo, cioè di $\frac{1}{400}$ di $\frac{1}{600}$, di $\frac{1}{1000}$ di secondo, dà, delle scosse altrettanto più forti (§. XXXIII. XLI), e cosa non dobbiamo aspettarci da' miei apparecchi elettro-motori, i quali siano composti di 60 a 120 coppie di rame e zinco, tanto cioè da manifestare anch'essi 1 in 2 gradi di *tensione?* Che non dobbiamo aspettarci da questi apparecchi, considerando che il torrente elettrico eccitato da essi, in luogo di durare soltanto per qualche frazione picciolissima di minuto secondo, è continuo, e indeficiente? Cosa non dobbiamo aspettarci, ripeto, da questi apparecchj, che in un istante quasi caricano a 1, 2, 3 gradi, secondo che sono essi composti di

60, 120, 200 coppie metalliche ec., le giare, e le batterie più grandi, e le portano così allo stato di dare delle potenti scosse, come abbiam veduto? È egli sorprendente che possano darne di egualmente forti, o più ancora, essi medesimi? Deve anzi far meraviglia, che non le diano ancora più forti e più violente di molto, che alcuna delle più grandi batterie caricate al medesimo grado di tensione; giacchè, riguardo alla durata del torrente elettrico, debbono paragonarsi questi apparecchj, che sono *elettro-motori perpetui*, alle batterie di una grandezza immensa, o la di cui capacità sarebbe infinita (*a*).

(*a*) Nelle sperienze di Van-Marum sopra citate (nota 2 al §. 33) una batteria di 134 ½ piedi quadrati di armatura, caricata col contatto di una colonna di 200 coppie metalliche, dava una commozione, la quale, avvengachè bastantemente forte, lo era meno della scossa che dava essa medesima colonna, minore, dico, della metà circa. Vi è pertanto luogo a credere che una batteria di 400, 500, o 600 piedi, caricata al medesimo punto, l' avrebbe data di egual polso che la colonna; e che una batteria più grande ancora, e. gr. di 1000 piedi, portata al medesimo grado di carica della colonna, avrebbe prodotto una commozione più forte che non essa colonna.

Ma come mai potrebbe darsi che la composizione della batteria riuscisse più forte, la carica essendo tutt' al più eguale, ossia portata alla medesima *tensione* di quella della *pila*? Come mai la pila darebbe essa medesima una commozione men forte che la batteria da lei caricata? Ciò viene da che nella pila la corrente elettrica non è mai del

§. XLVIII. Lungi pertanto dal maravigliarci della forte commozione, che eccitano con una *tensione*

---

tutto libera, ch' ella vi è più o meno impedita e ritardata dalle interruzioni fra i metalli, cioè dagli strati umidi interposti, i quali non sono abbastanza buoni conduttori, come già indicammo (nota al §. 42), e come vedremo meglio in seguito; laddove nelle batterie ben costrutte non esistendo nè queste, nè altre cause di ritardo, le scariche si fanno più liberamente.

Così è: il fluido elettrico trova impedimento e ritardo nel suo corso quand' anche i cartoni o panni interposti alle lamine metalliche nella pila siano ben imbevuti d' acqua salata. Che se non lo sono a dovere, se trovinsi poco umidi, o se invece d' acqua salata sieno intrisi di acqua pura, la quale è conduttore molto più imperfetto, il torrente elettrico sarà tanto più ritardato, e voi dovete aspettarvi una commozione tanto più debole. In questi casi, non solamente la batteria di 400 o 600 piedi quadrati di armatura, ma una di 100, e di 50, ed anche solamente di 20 piedi, o di 10, ricevendo la carica da questa pila, vi darà una commozione più forte che non la pila medesima, o a meglio dire non così debole come questa. Finalmente, quando i cartoni si troveranno asciugati fino a un certo segno, voi non potrete più avere da essa pila alcuna commozione sensibile; e nullameno, facendola toccare al condensatore, lo caricherete, presso a poco, egualmente come se i cartoni fossero ben umidi, e ne otterrete i segni all' elettrometro circa di egual forza; così pure caricherete al medesimo grado una boccia di Leyden, od anche una batteria, dalla quale otterrete la commozione corrispondente alla sua capacità, e al grado della carica, ec., commozione che, come pur ora diceva, voi non ottenete provocando direttamente la pila medesima. Solamente farà d' uopo per compire la carica del condensa-

elettrica assai debole i miei apparecchj, la di cui capacità altronde può considerarsi come infinita, avendo riguardo alla durata della scarica, che è interminabile; dobbiamo piuttosto rintracciare la causa perchè non riesca ancora più forte tale commozione, e non superi di lunga mano quella della batteria la più grande che mai costruire si possa, caricata al medesimo grado; la di cui capacità sarebbe sempre finita, e la scarica limitata quindi a un tempo più o men corto; laddove interminabile è quella, ripetiamolo, de' detti apparati elettromotori. Ma conviene osservare primieramente che la durata della scarica, ossia del torrente elettrico, oltre un certo tempo, che non è già lungo, che non arriva forse a 1 di secondo, non serve più ad accrescere o rinforzare la composizione. Non è che dentro certi limiti, i quali sarebbe difficile di determinare, che è riposta la continuazione dell'azione sopra i nostri organi. Gli urti e colpi che questi ne ricevono, colpi reiterati che si succedono senza interruzione, confondonsi in certa maniera in un sol colpo, come ho cercato di spiegare quì

---

tore, della boccia, e soprattutto della batteria, che il contatto loro colla colonna duri un tempo tanto più lungo, quanto i cartoni di questa si troveranno più asciutti. Non basterà dunque più allora di $\frac{1}{20}$, nè di $\frac{1}{10}$ di secondo; ma vi vorranno $\frac{1}{2}$, 1, 2, 3 secondi, o più ancora.

Ho creduto dover aggiugnere quì queste sperienze, e queste osservazioni, che serviranno a spargere più di luce sopra i seguenti §§. della presente Memoria.

sopra (§. XLV). Durando dipiù, oltrepassando p. e. $\frac{1}{10}$ od $\frac{1}{8}$ di secondo, cominciamo a distinguere la durata della sensazione dall' intensità. Così continuando la corrente elettrica a stimolare l' apice della lingua, continua pure è la sensazione di sapore, continuo e crescente il bruciore sulla fronte, sul naso, o su altre parti delicate, se queste seguitino ad essere invase dal torrente elettrico di un apparecchio abbastanza forte (*a*).

(*a*) Ciò che accade alle parti sensibili, ai nervi cioè dei sensi; non succede egualmente alle parti dotate della sola irritabilità, ai muscoli, soffrendo questi una volta sola, e per breve tempo, la contrazione che vi cagiona lo stimolo elettrico, per quanto stia applicato ad essi muscoli, o ai nervi influenti sul loro moto, lungamente. Una tal contrazione, dalla quale dipende, nelle sperienze di cui si tratta, la scossa o commozione, succede dunque soltanto alla prima invasione del torrente elettrico (e talvolta anche al momento che, rompendosi il circolo conduttore, si arresta tal corrente ad un tratto, o piuttosto per l' istantaneo impedimento che incontra dà addietro, come figurar ci possiamo). Col dire *prima invasione* non intendo già che un solo istante indivisibile produca tutto l' effetto, od uno così grande, come alcuni istanti che formino per es. la durata di $\frac{1}{10}$ o di $\frac{1}{8}$ di minuto secondo: ciò sarebbe contrario a quanto ho sopra avanzato (§. 39. e seg.). Intendo dire che la convulsione nè si sostiene nè si rinnova per tutto il tempo di più di quel $\frac{1}{10}$ od $\frac{1}{8}$ di secondo, che continui esso torrente elettrico a scorrere con egual tenore. Per eccitare le contrazioni muscolari, e quindi le scosse, fa d' uopo cambiare un tal tenore, frenare la corrente o meglio arrestarla, e rimetterla alternativamente: il che si ottiene

§. XLIX. Avvi un altra ragione per cui l'apparecchio, sia a colonna, sia a corona di tazze,

---

col rompere, e chiudere di nuovo il circolo conduttore ec. Ma quantunque i muscoli dopo la prima volta non vengano più scossi e convulsi violentemente dalla corrente elettrica malgrado il continuar di questa, non è perciò che non sieno in qualche modo essi medesimi, o i loro nervi, affetti durante un tal flusso, e non ne soffrano alterazione. Essi, avvegnachè non visibilmente offesi, ne rimangono dopo qualche tempo in certa maniera paralizzati. Curiosa molto, e rimarcabile è la sperienza di assoggettare ad una siffatta corrente continua, mantenuta da uno de' miei apparecchj discretamente forte, le gambe di una rana dianzi trucidata, facendole entrare nella catena, ossia circolo conduttore, in guisa che tal corrente monti per una e discenda per l'altra gamba. Il miglior modo è di porle a cavalcione di due bicchieri pieni d'acqua collocati nel circolo, ec. Adunque in principio vi si eccitano le più violente convulsioni ogni volta che s'interrompe e si torna a chiudere detto circolo. Ma restando questo costantemente chiuso, e continuando quindi la corrente elettrica senza interruzione per lo spazio di mezz'ora circa, avviene che non si risentano più, ossia più non balzino quelle sì tormentate gambe all'aprirsi e chiudersi del circolo come dianzi, talchè sembrano aver perduta ogni eccitabilità. Esse, cioè i loro muscoli o nervi, l'hanno perduta infatti; ma solo in un senso; giacchè se invertasi la corrente elettrica, se si rivolti o la pila o quelle gambe onde si presentino a tal corrente in senso opposto, onde cioè il fluido elettrico monti ora per la gamba per cui discendea, e discenda per quella per cui montava; ecco che di nuovo si scuotono col vigore di prima, od anche maggiore, ad ogni alternativa di aprirsi e chiudersi il circolo. Restando ora le stesse gambe della rana in que-

non dà la commozione tanto valida, quanto aspettarcela potremmo dall' azione incessante di tal ap-

---

sta nuova posizione, e mantenendosi la corrente elettrica un' altra mezz' ora circa, perdono i muscoli di dette gambe la facoltà di convellersi in questo secondo stato, ma riacquistano quella di convellersi nella primiera posizione, cioè rivoltate che sieno un' altra volta. E così poi, alternando le posizioni di mezza in mezz' ora, od anche più frequentemente, si distrugge e si ristabilisce a vicenda una tale relativa eccitabilità quante volte si vuole per tutto un giorno, e più a lungo ancora.

Simili sperienze fatte sopra due diti della mia mano, o d'altro uomo, mi presentarono presso a poco i medesimi fenomeni, i quali sopra le intiere braccia ed altre grandi parti del corpo non furono così marcati. Vi fu però sempre quello di non eccitarsi la forte commozione che al chiudersi il circolo conduttore, e qualche volta un' altra men forte all' aprirsi del medesimo; ma niuna commozione, o scossa propriamente detta durante tutto il tempo che stava chiuso il circolo, e manteneasi quindi la corrente elettrica. Dico niuna scossa propriamente; giacchè alcune leggiere palpitazioni o subsulti parziali quà e là si osservano talora in questo tempo; e se la pila è delle più forti, composta di 100 o più coppie di argento e zinco, e ben in ordine, si prova per tutto il tempo che dura tal circolazione del fluido elettrico in tutte o in alcune delle parti che esso attraversa un certo fremito o stupore, un senso di costrizione più o meno molesto, che riesce fino insopportabile, oltre il dolor vivo pungente nelle parti delicate, cui si applichi in pochi punti il conduttore.

Non ci tratterremo ad osservare quali e quante applicazioni si possono fare di queste ed altre sperienze variate su diversi organi alla medicina sì fisiologica che pratica, non essendo questo per ora il nostro scopo.

parecchio, dalla scarica elettrica cioè continuata senza fine. Questa ragione è, che gli strati umidi interposti a ciascuna coppia metallica riescono di un notabile ostacolo alla corrente elettrica, cioè la rallentano non poco, essendo essi conduttori imperfetti, come indicato già abbiamo, (nota ai §§. XLII e XLVII), i liquori salini assai meno, a dir vero, dell'acqua semplice, ma pure imperfetti anch' essi in un grado considerabile.

§. L. Concludiamo da tutte queste osservazioni che le scosse prodotte dai miei apparecchi elettromotori ben lungi d' essere troppo forti, comparativamente al grado di *tensione* elettrica che si manifesta in essi, come potrebbe sembrare a prima giunta, o a chi non ponesse mente alle riflessioni sopra esposte ne' §§. XXXVIII. e seg., sono anzi molto meno valide di quello dovrebbero essere in vista di tali riflessioni; e ciò per le ragioni accennate ne' due ultimi §§. XLVIII. XLIX. Ma ritorneremo ben presto su questo proposito.

§. LI. Farò quì osservare intanto che diverse esperienze riportate più sopra dimostrano che questi apparecchj, malgrado una *tensione* elettrica sì debole, che non arriva per avventura ad 1 o 2 gradi del mio elettrometro a paglie sottili, forniscono nulladimeno una quantità ben grande di fluido elettrico in pochissimo tempo, potrebbe quasi dirsi in un istante, una quantità invero prodigiosa. Son queste le sperienze medesime colle quali si riesce a caricare delle grandi boccie di Leyden, e fino delle batterie di molti piedi d' armatura, me-

diante il più corto contatto possibile d'uno di questi apparecchj elettro-motori, un contatto che non dura un $\frac{1}{50}$ od $\frac{1}{200}$ di secondo (§. XLII. e nota); e si arriva a portarvi la carica alla medesima tensione che ha l'apparecchio, cioè di 1, 2, 3 gradi: carica, cui giungerebbe appena a dare una buona macchina elettrica con alcuni giri del suo globo o disco, e quindi nel tempo di parecchi secondi; o pure un buon Elettroforo con 20, 30, 40 delle sue scintille. Sarebbe infatti una macchina ben buona e possente quella, che caricasse nel tempo di 1 secondo una boccia di un piede quadrato di armatura fino a 5 gradi di un buon quadrante elettrometro, che corrispondono a 60 gradi circa del mio a paglie sottili (Ved. nota 1.ª al §. XXXIV); e la quale caricherebbe quindi ad 1 solo di questi ultimi gradi nel detto tempo di un minuto secondo una batteria di 60 piedi quadrati. Certamente sarebbe una macchina molto possente quella che facesse tanto. Ora i miei apparecchj fanno anche di più in men tempo assai: essi caricano una tale batteria, ed eziandio delle più grandi, ad 1, 2, 3 gradi secondo che sono essi apparecchj composti di 60, 120, 180 coppie metalliche (in ragione cioè di $\frac{1}{60}$ di grado per coppia) in quanto tempo? In $\frac{1}{20}$, $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{100}$ di secondo, e forse più prontamente ancora. Egli è visibile da ciò che i miei apparecchj forniscono molto più abbondantemente che la migliore macchina elettrica; voglio dire che ad ogni istante tramandano e fanno passare maggior quantità di fluido elettrico in un recipiente di gran-

de capacità, od in un circolo conduttore, di quello far possa codesta macchina: che insomma il torrente elettrico eccitato e mantenuto dai detti apparecchj è più grande, più copioso di quello che può eccitarsi e mantenersi da una macchina elettrica la più grande e la meglio costrutta.

§. LII. Questa conclusione inaspettata sorprenderà forse e sembrerà paradossa a molti (a quelli singolarmente che o nulla affatto o appena qualche segno elettrico aveano intraveduto ne' miei apparecchi, onde poco o niun conto stimarono doversene fare, prevenuti altronde per un altro immaginario agente, o così detto *fluido galvanico*): Essa però non lascia d' esser vera a tutto rigore, ed è resa evidente non solo dalle addotte sperienze, ma da altre egualmente incontestabili. Essa spiega altronde assai bene e naturalmente come i medesimi apparecchj valgano a produrre certi effetti, o a portargli ad un più alto grado di quello possano le macchine elettriche ordinarie: quali effetti sono la decomposizione dell' acqua, e la termossidazione de' fili metallici che vi pescano, la fusione dei medesimi all' aria, la combustione di quelli del ferro ec. Per comprenderne la ragione basta concepire che vi abbisogna un torrente di fluido elettrico molto abbondante, al segno che questo fluido ristretto e coartato al sortire da uno de' fili metallici e passare nell' acqua, la quale, come si è detto (note ai §§. XLII, XLVII e XLIX), è conduttore molto imperfetto, od all' entrare da questo liquido nell' altro filo parimenti metallico,

lacera, per così dire, codesto liquido, o sia scompagina e decompone le di lui particelle, sulle quali porta la sua azione, quelle particelle che in picciol numero toccano esso filo; basta, dico, concepire che per cagionare tali decomposizioni chimiche fa d'uopo d'un torrente elettrico molto copioso e continuato; e ritenere che un tal torrente vien fornito e mantenuto molto meglio dagli apparecchi elettro-motori di cui si tratta, che non da una macchina elettrica ordinaria, e sia pure delle più potenti, come si è veduto (§. precedente).

§. LIII. Ho per altro creduto sempre che anche colla semplice corrente prodotta dal giuoco d'una buona macchina elettrica comune si potrebbe per avventura giugnere ad ottenere questi medesimi effetti (i quali altronde si erano già ottenuti colle scariche di Leyden (*a*)); ond'è che invi-

---

(*a*) Sono note le bellissime sperienze de' Fisici Olandesi Paets-Vantroostwich e Dejman, colle quali facendo scoccare una serie di forti scintille elettriche provenienti dalle scariche successive di una boccia di Leyden tralle punte di due fili metallici introdotti in un tubo pieno d'acqua, ne svolgevano mano mano gas flogogene e gas termossigene, finchè la scintilla elettrica venendo a colpire il volume già formato di questi gas insieme confusi, e accendendolo, ne lo facea scomparire intieramente, o quasi, riproducendosi l'acqua. Più note ancora e più comuni sono le sperienze di fondere delle sottili fogliette, o de' fili metallici, colle scariche di grandi boccie o batterie elettriche. Non son dunque nuovi questi effetti prodotti dall'elettricità forte e

tato io avea particolarmente il Dott. Van-Marum a farne la prova colla sua grande macchina del Ga-

---

scuotente. Nuovo è soltanto e maraviglioso che si producano da un' elettricità non altrimenti scintillante, non accumulata e condensata, ma che scorre in certo modo liberamente con un flusso continuo, senza scoppio, da un' elettricità la cui *tensione* è così debole, che non affetta sensibilmente, o appena, i più delicati elettrometri? Ma dee cessare la meraviglia riflettendo che ove tal corrente elettrica sia oltre modo copiosa, e tanto da trovar grande resistenza nell' angusto passaggio per un sottil filo metallico, o da questo nell' acqua, ec., può e dee rompere tali strozzamenti, decomporre, fondere, scagliare le parti, non altrimenti che fa la scarica d' una grande boccia incontrando simili angustie ed ostacoli. Ora che la corrente continua eccitata e mantenuta da miei apparati elettro-motori sia copiosa e ridondante a segno che non si sarebbe creduto, superando quella che può prodursi dalle migliori macchine elettriche, egli è ciò che ho dimostrato quì sopra in maniera da non potersene dubitare. Non è dunque maraviglia che così facilmente produca gli effetti or indicati: come non lo sarà che in qualche modo arrivi a produrgli anche la corrente elettrica continua eccitata e mantenuta dal giuoco sostenuto di una macchina elettrica ordinaria, ove giungasi a rendere tal corrente abbastanza copiosa: anche in questo modo cioè aver potremo, senza scoppio di scintille, scorrendo continuamente il fluido elettrico per una serie non interrotta di conduttori, di cui faccian parte de' sottili fili metallici comunicanti fra loro per mezzo di un conveniente strato d' acqua, aver, dico, potremo lo svolgimento da quest' acqua di alcune bolle di gas termossigene, e di gas flogogene.

Tali erano le mie congetture, che si sono poi compitamente verificate, come si accenna nel presente §.

binetto di Teyler. In oggi veniamo a sapere che la cosa è stata verificata in Inghilterra: è riuscito a taluno di quei Fisici di svolgere dall' acqua delle bolle di gas flogogene e di gas termossigene per mezzo della semplice corrente elettrica di una macchina ordinaria; la qual corrente resa continua col giuoco sostenuto di essa macchina, veniva obbligata ad attraversare un picciolo strato d' acqua sortendo od entrando per una sottilissima punta metallica, affine di concentrarvi tutta la forza.

REPONSE

AUX OBSERVATIONS

DE NICHOLSON

SUR MA THÉORIE

Questa Risposta è stata estratta dalla Biblioteca Britannica Vol. 19.° Scienze ed Arti pag. 274.

AUX RÉDACTEURS

DE LA

BIBLIOTHÈQUE BRITANNIQUE

Pour répondre à votre invitation, je vous adresse mes observations sur l'article du *Journal de Nicholson*, que vous m'avez communiqué avec quelques autres écrits où se trouvent différentes objections à ma théorie des phénomènes galvaniques, que je crois avoir assez demontré être des véritables et simples effets d'une électricité mue par le contact mutuel des métaux differens, dont sont composés mes appareils, bien plus que par le contact de ces mêmes métaux avec les substances interposées entre chaque paire. Comme je me proposois de refuter l'opinion contraire, qui attribuoit tout, ou presque tout, à l'action des fluides sur les métaux, opinion, qui avoit prévalu parmi les Physiciens, et les Chimistes sur tout, j'ai beaucoup insisté dans mes derniers Mémoires sur cette électricité qui provient du contact des métaux differens; en soutenant et demontrant que, dans les appareils, tant à colonne qu'à couronne de tasses (comme je les appelle) le fluide électrique étoit

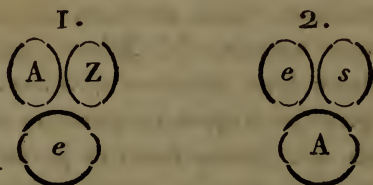
mu avec la même force à-peu-près, soit que les couches séparatrices fussent d'eau pure, ou d'eau salée. Puisqu'il est de fait, que la qualité de l'électricité, savoir positive ou negative, et par là la direction du courant, reste toujours celle qui est déterminée par le contact mutuel des métaux differens, et que le degré ou tension de cette électricité demeure le même aussi, si non précisement, du moins à peu de chose près, soit que les couches humides soient de l'eau pure, ou de l'eau salée.

Comme cela a pu faire croire, que je n'accordois aucun pouvoir ou action sur le fluide électrique à aucun conducteur humide mis en contact avec des conducteurs métalliques, je ferai remarquer; pour detromper ceux qui m'ont mal compris, qu'au contraire je n'ai jamais attribué aux metaux exclusivement la faculté d'inciter le fluide électrique par leur contact mutuel, lorsqu'ils sont de differentes espèces, ajant reconnu, et prouvé par un grand nombre d'expériences directes, que cette faculté appartenoit, sans exception, à tous les conducteurs; et que si elle etoit en général plus marquée entre les métaux, elle ne laissoit pas que de se manifester aussi dans le contact d'un métal, ou conducteur de première classe (comme j'appellois les métaux et le charbon) avec un de la seconde, ou conducteur humide.

Cette assertion se trouve répétée bien des fois dans plusieurs de mes Mémoires, dès l'année 1794, jusques à 1798; nommément dans mes lettres à

Vassalli, à Gren, à Aldini, publiées dans les *Annali di Chimica* du Prof. Brugnatelli de Pavie. Ces expériences, qui la prouvent de plusieurs manières y sont aussi décrites amplement. C'est principalment dans la première lettre, à Gren de 1796, qui fut aussi imprimée dans son Journal Allemand (*Neves Journal der Physik. IV.* Band 1797) que j'établis ce principe de l'action motrice sur le fluide électrique, qu'exercent par le simple contact mutuel. 1.° Les conducteurs de première classe, ou metalliques (bien entendu que ce contact se fasse entre deux de différente espèce), 2.° Un conducteur de première classe avec un de la séconde, ou conducteur humide. 3.° Même deux de cette dernière classe bien différens entr'eux: J'établis, dis-je, ce principe d'après l'expérience et de nombreux essais que j'avois faits; et je montre comment, pour déterminer un courant électrique dans un cercle conducteur, il faut que ce cercle soit formé au moins de trois de ces conducteurs différens; soit deux de la première classe différens entr'eux, et un quelconque de la séconde; soit deux de la séconde aussi différens, et un de la première; soit enfin trois, tous de la séconde classe, et tous différens. (1).

(1) Cette combinaison active de conducteurs tous de la séconde classe, m'avoit déjà fait soupçonner que la nature se servoit d'nn semblable artifice pour l'électricité de la torpille, cemme des autres poissons, qui donnet la secousse. Or, ce qui n'étoit qu'un soupçon dans le temps où je ne con-

Pour mieux montrer la chose, et la mettre, pour ainsi dire, sous les yeux, j'ai joint dans cette même lettre plusieurs combinaisons de conducteurs des deux classes, variés en nombre et en position, quelles sont celles qui doivent donner lieu au courant électrique, et celles qui ne le doivent pas, les forces en sens contraire se contrebalançant. Or, les figures pour les combinaisons actives plus simples, que j'ai exposées, sont celles-ci, où les conducteurs de première classe sont designés par des lettres majuscules A et Z, (argent

par exemple et zinc) et ceux de la seconde classe,

---

noissons pas encore l'augmentation que reçoit la force électrique par une construction de plusieurs combinaisons semblables, alternativement disposées, est devenu pour moi une vérité presque démontrée, après l'invention de la pile, à laquelle ressemblent si bien les organes électriques de la torpille. Car ne voit-on pas dans ces organes des lames superposées les unes aux autres, comme dans la pile? La seule différence est que dans la pile ce sont des lames métalliques; dans les organes de la torpille des particules membraneuses etc.; mais il suffit qu'elles soient différentes, et disposées dans l'ordre convenable, pour qu'il en résulte un'appareil électromoteur, aussi bien que par les métaux différens, comme je l'ai avancé.

par les lettres minuscules *e*, *s* (eaux et solution saline.) Ainsi donc, dans la fig. 1, ce sont deux conducteurs de la première classe différens, par exemple argent et zinc, qui se touchent immédiatement, et qui communiquent dans un autre endroit par l'intermède d'un conducteur humide ou de seconde classe; dans la fig. 2 ce sont deux conducteurs de la seconde classe assez différens entr'eux (par exemple eau et sulfure de potasse) qui se touchent, joints en cercle par un métal (par exemp. argent.) En termes plus concis : dans la fig. 1 c'est un seul conducteur humide interposé entre deux métaux différens qui complétent le cercle; dans la fig. 2, c'est un seul métal placé entre deux conducteurs humides différens.

Tout céla est indiqué dans ma première lettre à Gren, qui fut publiée dans les Journaux Allemands, dans la continuation de cette lettre, et dans une seconde très-longue qui ne parut ques dans les *Annali di Chimica* de Pavie, déjà cités, je m'étends encore beaucoup sur ce sujet, et j'y ajoute des éclaircissemens; entr'autres, je m'exprime à-peu-près dans ces termes au §. 77.

» Je procéde à prouver par des expériences di-
» rectes ce que j'ai déjà avancé (§. 56.) savoir que
» la faculté que les métaux, ou conducteurs de la
» première classe, ont de mettre en mouvement le
» fluide électrique par leur attouchement mutuel
» (bien entendu qu'ils soient de différente espèce)
» de donner de ce fluide, ou d'en prendre l'un à
» l'autre; cette même faculté, ils l'ont aussi lors-

» qu'ils sont mis en contact avec des conducteurs
» humides, ou de séconde classe : avec la seule dif-
» férence, que dans ce dernier cas le degré de cette
» force, qui se déploie, est communement, lors-
» que surtout c'est de l'eau simple ou des humeurs
» peu différentes de l'eau, que le métal touche, le
» degré, dis-je, cette force est bien moindre, que
» dans l'autre cas du contact mutuel des métaux
» différens. »

» Je dis communement, et lorsque les conduc-
» teurs de séconde classe qu'on met en contact des
» métaux sont de l'eau simple, ou d'une nature
» peu différente de l'eau; parce que l'action électri-
» que qui se déploie par le contact de plusieurs so-
» lutions salines avec les métaux, principalement
» de certains acides avec certains métaux, et des
» alkalis concentrés avec presque tous les métaux,
» est souvent plus forte et plus marquée que celle
» qui se déploie par le contact mutuel de deux mé-
» taux peu différens entr'eux, comme le démontrent
» les expériences que j'ai faites là-dessus, et que j'ai
» déjà rapportées (§. 23. et 24.), dans lesquelles
» une grenouille non complétement préparée, ou
» autrement peu excitable, placée de la manière
» ordinaire, dans deux vases d'eau, n'entroit point
» en convulsion lorsqu'on complétoit le cercle avec
» un arc composé de deux de ces métaux peu dif-
» férens, comme argent et cuivre, cuivre et fer, etc.,
» tandis qu'elle étoit fortement secouée en établis-
» sant la communication entre les deux verres au
» moyen d'un seul métal; par exemple, d'un sim-

» ple arc de fer, ou d'un purement d'étain, à une
» des extrémités duquel j'avois mis une goutte d'eau
» fortement salée, une goutte d'acide nitrique, ou
» d'une solution alkaline. » (1)

---

(1) Comme je n'avois pas encore trouvé à cette époque le moyen de rendre sensible à l'électromètre commun l'électricité excitée par ces contacts des conducteurs différens, c'étoient les convulsions de la grenouille (qui préparée, même imparfaitement est une espèce d'électromètre incomparablement plus délicat, qui me servoient d'indice de cette électricité extrêmement foibles. Or donc, j'obtenois ces indices en différentes manières, savoir: I. Suivant la méthode ordinaire, qui étoit l'application d'un arc fait de deux métaux, soit à différentes parties de la grenouille, soit à d'autres conducteurs humides en communication avec ces parties, de manière à compléter le cercle: II. Avec un arc d'un seul métal, dont une extrémité touchoit à un conducteur humide, et l'autre extrémité à un autre aussi humide d'espèce différente, comme dans les expériences dont il est parlé ci-dessus: III. Avec une combinaison de conducteurs tous humides, ou de la seconde classe, sans aucun qui fût métallique, ou de la première classe: et c'étoit les expériences, où je réussissois à exciter des convulsions dans une grenouille complétement préparée, et très-excitable, par le simple contact d'une de ses jambes avec les nerfs isohiatiques, ou avec les muscles de son dos mis à nud. Il falloit pourtant à l'ordinaire que ce fût la partie tendineuse blanche du genou, qui touchât aux dits nerfs ou muscles, et surtout qu'il se trouvât quelqu'humeur interposée, différente de l'eau, comme du sang, de l'eau salée, ou mieux une goutte de liqueur alkaline. Toutes ces expériences sont décrites au long dans une lettre à Vassalli, et rappelées dans celles à Gren.

Il seroit trop long de copier d'autres paragraphes qui contiennent la description détaillée des expériences que j'avois faites, avec une grande variété de liqueurs, combinées à différens métaux. Je dirai seulement que j'avois été frappé de la grande activite du foie de soufre, ou sulfure alkalin, en contact avec l'argent et d'autres métaux, pour donner impulsion au fluide électrique; les effets obtenus étant plus forts que ceux provenant du contact de l'argent avec l'étain, et presqu'aussi forts qu'avec l'argent et le zinc : ce que je fis rémarquer.

En voilà assez pour détruire l'objection et le reproche qu'on n'a pas manqué de me faire, comme

---

Ainsi donc il étoit bien prouvé, que le fluide électrique est incité et mis en mouvement non-seulement par le contact mutuel des métaux différens, mais aussi par celui des métaux avec les conducteurs humides, et même par le contact de ces derniers entr'eux, s'ils sont différens; que ce fluide est mu avec différens degrés de force, suivant l'espèce des métaux, et l'espèce des conducteurs humides qui se touchent: qu'en général les combinaisons que forment les métaux entr'eux, sont plus actives que celles des métaux avec les conducteurs humides; et celles-ci plus que les combinaisons des seuls conducteurs humides.

Tous ces faits'que j'avois prouvés par des expériences multipliées sur la grenouille avant que je fusse arrivé à obtenir des signes sensibles à l'électromètre, ont été confirmés avec plusieurs autres points de ma théorie, lorsque je suis parvenu à obtenir ces signes, I. par le contact mutuel de deux métaux; II. par celui d'un métal avec un conducteur humide; III. par le contact de deux de ces derniers différens entr'eux. Voyez mes lettres à Gren et à Aldini.

si j'attribuois exclusivement aux métaux la faculté d'inciter par leur contact mutuel, et mettre en mouvement le fluide électrique. Cependant outre tant d'assertions formelles et de preuves du contraire, c'est-à-dire, que cette même faculté étoit commune à tous les conducteurs en général, de sorte qu'ils dévenoient tous moteurs à un dégré plus ou moins grand, par leur contact mutuel, pourvu seulement qu'ils fussent différens, outre, dis-je, ces assertions, et ces preuves consignées dans les mémoires déjà cités, j'avois eu soin dans tous les autres mémoires, qui suivirent ceux-là, de ne jamais restreindre l'expression de moteurs du fluide électrique aux seuls métaux, mais de les désigner seulement comme les plus propres et les plus actifs en général: en effet, au lieu de dire, par exemple, l'impulsion que donnent au fluide électrique par leur contact mutuel les conducteurs métalliques différens, j'ai toujours dit les *conducteurs différens*, surtout métalliques: ce qui exprime assez la chose.

Enfin, dans le Mémoire que je lus, au mois de Novembre passé, à l'Institut national de Paris, et qui se trouve inséré dans le N.e 220 des Annales de Chimie, je crus à propos de m'expliquer encore une fois clairement, et de rappeler mes anciennes expériences sur ce sujet: voici ce que je dis au §. 12.

» Mais le fluide électrique ne récoit-il aucune
» impulsion du contact immédiat d'un métal avec
» un conducteur humide? J'ai prouvé l'affirmative
» par beaucoup d'autres expériences, rapportées
» dans les lettres dont j'ai déjà parlé. Cependant

» cette impulsion est si foible, lorsqu'on n'emploie
» que l'eau pure ou salée, qu'on ne peut la mettre
» en parallèle avec celle qui provient de la commu-
» nication des métaux bien différens, tels que le
» zinc avec l'argent ou le cuivre : à l'exception de
» quelques acides concentrés, de quelques liqueurs
» alkalines, des sulfures alkalins etc., qui impri-
» ment par leur contact avec divers métaux une
» impulsion très-sensible. »

D'après ce que je viens d'exposer, on voit que la construction d'un appareil électromoteur (qu'on veut encore appeller galvanique) en employant un seul métal entre deux liqueurs différentes, comme Mr. Davy l'a heureusement exécuté, bien loin de former une objection à ma théorie, en est une confirmation; que cette construction est tout-a-fait dans mes principes, et qu'elle se rapporte à la figure 2., (voyez les fig. ci-dessus), comme la construction de l'autre appareil que j'ai inventé et mis en vogue, où il entre deux métaux et un seul conducteur humide, se rapporte à la fig. 1. Ces appareils en effet ne sont autre chose l'un et l'autre qu'une addition ou serie continuelle, et régulière de plusieurs de ces combinaisons simples, représentées par les dites figures. Aussi me suis-je beaucoup réjoui en apprenant cette réussite de Mr. Davy avec un seul métal et deux liquides différens.

Au reste, si je me suis tenu dans mes appareils, soit à colonne, soit à couronne de tasses, à la construction de deux métaux et un conducteur humide, c'est d'abord que je l'ai vue infiniment plus com-

mode qne l'autre des deux liquides et un seul métal. En second lieu, parce qu'il m'a paru très-difficile de pouvoir tenir confinés à leur place les deux liquides, qui d'ailleurs devoient se toucher, sans qu'ils se confondissent ensemble. C'est par cette raison sur-tout, que j'ai fait très peu d'essais de ce genre, et que je n'eus aucun succès. Mr. Davy au contraire, y à réussi avec différens appareils et particulièrement avec un tout-à-fait semblable au mien à couronne de tasses; et qui n'en différe que par l'article d'un seul métal communiquant à deux liquides différens, d'après la fig. 2, au lieu de deux métaux et un seul liquide, suivant la fig. 1. Il a réussi en employant pour un des liquides l'acide nitrique concentré, ou mieux le sulfure de potasse, que j'avois trouvé aussi dans mes anciennes expériences des combinaisons simples être parmi les conducteurs humides, ou de séconde classe, l'un des meilleurs moteurs, comme j'ai déjà dit; et afin d'empêcher le melange, pour un certain temps au moins, il lui a suffi de faire communiquer la liqueur d'une tasse avec celle de l'autre, par l'entremise d'un carton ou drap mouillé d'eau. Cet heureux expédient a valu à Mr. Davy la réussite d'un appareil composé, assez actif pour donner la commotion, avec un seul métal.

Je ne conçois pas comment on pourroit régarder celà comme une grande objection à ma théorie, tandis que, comme je l'ai déjà dit et montré, c'est une chose tout-à-fait conforme à mes principes et à mes expériences. Oui: ce seroit *une forte objection*

(comme s'exprime Mr. Nicholson dans son Journal) *à cette partie de ma théorie qui attribue tout aux métaux, et rien aux fluides;* si effectivement je soutenois cela; mais on a dû voir, que mon opinion fondée sur mes propres expériences, est depuis long-temps bien différente: on l'a dû voir, et on ne pouvoit pas se le dissimuler; les Mémoires étoient imprimés où je me suis exprimé là-dessus assez clairement. Or comme Mr. Nicholson dit qu'on ignoroit probablement sur le Continent, à cause des corréspondances interrompues, les expériences et découvertes faites dernièrement en Angleterre, je puis dire de même qu'on ignoroit en Angleterre celles que nous avions faites il y a quelques années.

Je conçois encore moins qu'on fasse tant valoir la substitution du charbon de bois au métal dans l'appareil dont il s'agit, et comment on m'objecte celà encore; tandis qu'il y a long-temps qu'il est connu que le charbon se comporte à tous égards comme les métaux, en qualité et de conducteur, et de moteur d'électricité. C'est moi, qui le découvris et l'annonçai en 1793. (V. *Annali di Chimica*); savoir, que le charbon, reconnu déjà pour un bon conducteur, étoit aussi un excellent *moteur* d'électricité par son contact avec les métaux, surtout avec l'étain et le zinc; et qu'il tenoit une place près de l'argent, qu'il dévançoit même. Depuis ce temps j'ai toujours compris le charbon, comme aussi la plombagine, parmi les conducteurs de première classe, les *conducteurs secs;* classe que j'appelle aussi des

conducteurs métalliques, parce que la plupart le sont (1); mais j'ai souvent averti, que le charbon y est compris; et dans un de mes Mémoires, où j'ai tracé une espèce d'échelle de ces conducteurs, suivant qu'ils poussent le fluide électrique l'un dans l'autre, je l'ai justement placé au-dessous de l'argent, et de l'or.

Mr. Nicholson objecte encore aux physiciens d'avoir été trop *précipités* à admettre d'après ma théorie, que l'électricité soit le seul agent dans les phénomènes galvaniques, la seule cause efficiente de ces phénomènes. Il auroit fallu attendre, j'ajouterai, qu'on fût parvenu à produire tous les effets propres à la pile, avec l'électricité ordinaire des machines. Eh bien : que dira-t-il à présent qu'on les a effectivement obtenus; et avec une électricité élevée à ce même dégré qui se manifeste dans la pile, etc.? Je me rapporte en celà à des expériences faites justement en Angleterre, qu'il doit connoître; et à celles exécutées en grand en Hollande par mon ami le Dr. Van-Marum. Que dira-t-il, si non qu'il est tenu de se rendre à l'évidence?

On a fait et on continue de faire d'autres objections à ma théorie. Ce ne sont pas, dit-on, des phénomènes purement électriques que présente la pile : le développement du gaz hydrogène d'un côté, et de l'oxigène de l'autre; l'oxidation des métaux; la production d'un acide (l'acide nitrique à ce qu'il

(1) L'oxide.

paroît) du côté de l'oxigène, et d'un alkali (l'ammoniaque) du côté de l'hydrogène, etc., ces faits semblent être propres seulement à cette classe d'appareils. D'ailleurs, cette oxidation paroit être plutôt cause qu'effet de l'action galvanique, ou contribuer au moins beaucoup à son énergie. »

» Je réponds premiérement, que dès que tous ces effets de la pile ont pu être produits et imités exactement par l'électricité ordinaire, il ne doit plus y avoir de difficulté à les attribuer à l'électricité qui se manifeste dans la pile elle-même au dégré suffisant pour les produire, eu égard surtout à son action continuelle. En second lieu, que l'oxidation est en partie indépendante de l'action galvanique, ou pour mieux dire électrique; car elle est l'effet chimique ordinaire de tel ou tel fluide sur tel ou tel métal: elle en dépend aussi en partie, en tant que le courant électrique modifie singulièrement cette oxidation, en l'augmentant beaucoup dans le métal d'où le courant sort pour passer dans l'eau ou tout autre liquide oxidant, et en la diminuant ou supprimant tout-à-fait dans le métal où le courant électrique entre, et où le gaz hydrogène se développo. Ainsi donc, le courant électrique exerce une action oxidante, et une désoxidante, suivant qu'il passe d'un métal dans un liquide, ou du liquide dans le métal; mais cette action n'est nullement la cause du courant, elle n'en est que l'effet.

Je sais bien qu'il y a des apparences contraires qui ont pu en imposer : on a observé qu'en général, plus l'un des métaux est oxidable (le zinc en effet

est à cet égard en première ligne) et plus le liquide qui le touche est oxidant, et plus aussi la commotion que donne la pile est forte, et plus le développement des bulles d'air autour des fils, qui plongent dans l'eau et font partie de l'arc conducteur, est prompt. Mais il faut observer que ces effets, je veux dire ce développement des gaz, et surtout la commotion, tiennent non seulement à la force ou charge d'électricité ; mais aussi à la qualité plus ou moins perméable des conducteurs du courant électrique. Or ce courant est toujours fort retardé si les conducteurs métalliques sont interrompus par d'autres non-métalliques infiniment moins bons qu'eux, et cette disposition a lieu dans la pile. Ce même courant est beaucoup plus retardé par l'eau simple que par les solutions salines, qui ne sont pas à beaucoup près si mauvais conducteurs qu'elle, ainsi que des expériences directes l'ont prouvé. Voilà pourquoi en imbibant de ces humeurs salines les cartons de la pile on a des commotions beaucoup plus fortes par le même nombre de couples métalliques, et par le même dégré de tension électrique de la pile, qu'en les trempant d'eau pure : on a, dis-je de beaucoup plus fortes commotions, indépendamment de l'action chimique de ces liqueurs salines.

Parmi un grand nombre d'expériences qui prouvent mon assertion, il y en a une que j'ai rapportée dans un de mes derniers Mémoires; (celui que je lus à l'Institut national de Paris) : dans cette expérience, un appareil à couronne de tasses donnoit à l'électromètre à peu-près le même dégré d'électricité

lorsqu'il n'y avoit dans les tasses que de l'eau pure, que lorsqu'il y avoit de l'eau salée ; tandis que la commotion étoit incomparablement moins forte avec l'eau simple. Or l'électromètre est bien un meilleur juge de la force électrique, c'est-à-dire, il nous fournit une mésure bien plus fidèle, et bien plus exacte de cette force que la commotion, laquelle dépendant en grande partie de circonstances accessoires, et surtout de la bonté de l'arc conducteur, n'est souvent qu'un signe très-équivoque, et jamais une mésure précise.

Une autre expérience bien démonstrative, que je propose ici, est de charger une très-grande bouteille de Leyde, à un dégré très-foible, au point seulement qu'elle puisse donner une médiocre sécousse jusqu'au coude lorsque d'une main mouillée on tiendra l'extérieur de la bouteille, et que de l'autre, également mouillée et armée d'un conducteur métallique un peu volumineux, on touchera le crochet de cette même bouteille. Après avoir bien rémarqué la force et l'étendue de la commotion lorsqu'on décharge la bouteille de cette manière, essayez de décharger cette même bouteille, chargée précisement au même dégré, en substituant au conducteur métallique tenu dans la main une pile avec les cartons humectés d'eau pure, et une autrefois une pile du même nombre de pièces mais dont les cartons soient imbibés d'une bonne solution saline : vous éprouverez une commotion très-foible lorsque la pile à l'eau pure servira d'arc conducteur, et une beaucoup moins foible lorsque vous employerez la

pile à l'eau salée; et celle-ci sera encore considérablement inférieure à la commotion obtenue par l'intermède du conducteur métallique pur.

Ainsi donc les interpolations des couches humides aux couples métalliques, soit dans les piles, soit dans les appareils à couronne de tasses, sont, surtout lorsque le liquide est de l'eau pure, des obstacles très-considérables à la rapidité du courant électrique, qui sans ces entraves seroit beaucoup plus grande. On diminue ces obstacles suivant que les liquides choisis sont des conducteurs moins imparfaits, et qu'ils s'appliquent mieux au contact du métal : et par cette raison probablement ceux qui attaquent le métal même, et s'appliquent ainsi de bien plus près à sa surface, réussissent le mieux. On les diminue encore, ces obstacles, à mesure qu'on donne plus d'étendue au contact de la substance humide avec le métal. Cela explique l'avantage des grandes plaques qui serrent entre elles des disques humides aussi grands ».

» Cependant les appareils ou piles à grandes plaques, qui brûlent si aisément le fil de fer et fondent d'autres fils métalliques, ne donnent pas des commotions sensiblement plus fortes que les piles étroites, à nombre égal de plaques, de même qu'elles n'élévent pas l'électromètre à un plus haut degré de tension. Ce dernier fait s'entend facilement : mais, que la commotion provenant d'une pile qui a la force de fondre des fils métalliques soit moderée et supportable, celà paroit bien

surprenant, et difficile à expliquer. Cependant on le comprendra assez si on réflechit que le corps même de l'homme rétarde beaucoup, comme mauvais conducteur, le courant életrique mu avec une foible tension, comme l'est toujours celle de la pile. On a des preuves de ce retard par d'autres expériences analogues ; en tirant la commotion d'une grande bouteille de Leyde foiblement chargée, ou d'un de mes appareils, avec une chaîne de personnes qui se tiennent réciproqu ement serrées par leurs mains humectées, on trouve que cette commotion s'affoiblit beaucoup pour chaque personne qui s'ajoute successivement à la chaîne. Avec deux personnes seulement elle est déjà cons idérablement moins forte qu'avec une seule ; d'où l'ont peut juger que même une seule ; personne retarde déjà beaucoup le courant électrique par l'obstacle que lui oppose le corps humain à traverser. »

» Cet obstacle a tant d'influence, que si dans l'expérience des grandes plaques disposées pour fondre et brûler le fil de fer, ce fil, au lieu de communiquer immédiatement avec la base de la pile, communique avec elle moyennant une personne qui la tienne dans sa main, ou autrement, on ne réussit plus à fondre, pas même sa pointe ; tandis que, par une communication immédiate, on en fondroit plusieurs lignes etc. »

» Concluons que tous les conducteurs humides, ou de séconde classe, sont des conducteurs très-imparfaits ; mais que l'eau tenant en dissolution d'autres

substances, et surtout des sels, est un conducteur beaucoup moins imparfait que l'eau pure. M.r Cavendish, dans un excellent Mémoire dans lequel il ramene tous les phénomènes de la torpille aux lois de l'électricité, (Trans. Phil. 1775) estime, d'après certaines expériences, que l'eau est 400 millions de fois moins conductrice que les métaux. »

» Concluons que si on obtient des commotions, et d'autres effets beaucoup plus forts lorsque les couches humides de l'appareil électro-moteur sont des solutions salines, que lorsqu'elles sont de l'eau pure, ce n'est pas qu'elles augmentent réellement la force électrique : si quelquefois elles l'accroissent un peu, d'autre fois aussi elles la diminuent, suivant que l'impulsion que leur contact avec les métaux produit sur le fluide électrique, (impulsion ordinairement foible mais réelle cependant, ainsi que je l'ai montré plus haut) favorise ou contrarie le courant électrique déterminé par le contact mutuel des métaux différens dont est composé l'appareil. Ce n'est pas, disje, que ces solutions salines contribuent beaucoup à exciter le fluide électrique, et à le pousser dans la direction que prend son courant, en un mot, à augmenter la force ou tension électrique; bien moins, dirai-je, qu'elles soient la principale cause de cette électricité; mais c'est plutôt parce qu'elles opposent moins de résistance, en leur qualité de conducteurs moins imparfaits, à ce courant déterminé par le contact

mutuel des métaux différens : c'est, en un mot qu'elles le laissent passer plus librement. »

Au reste ce ne sont pas toujours les liquides les plus oxidans qui donnent lieu aux plus fortes commotions : et, en général, si on compare bien, je ne dis pas les effets sur l'électromètre, mais même les commotions (qui sont d'ailleurs des signes si équivoques), on ne remarquera pas ce rapport entre la vertu oxidante des liqueurs employées dans l'appareil, ou pour mieux dire, entre le procédé d'oxidation qui a lieu, et la force de la commotion. Par exemple, la potasse liquide n'est pas un fluide plus oxidant, il n'attaque pas plus les métaux, et en particulier le zinc, que ne le fait l'eau pure ; et cependant si les cartons de la pile sont imbibés de cette liqueur alkaline au lieu d'eau, la commotion qu'on recoit dans ce cas est beaucoup plus forte, et prèsque égale à celle qui auroit lieu s'ils étoient imprégnés d'eau salée ou acidulée. La potasse liquide n'est pas une substance plus oxidante, mais elle est un beaucoup meilleur conducteur que l'eau : voilà pourquoi elle permet, je m'exprime ainsi, une commotion beaucoup plus forte. Tout dépend donc, sous le rapport de la commotion plus ou moins forte, et du plus ou moins prompt développement des gas autour des fils métalliques plongés dans l'eau, et qui font partie du cercle, tout dépend, dis-je, ou prèsque tout, sous ces deux points de vue, de la faculté conductrice des liquides interposés ; faculté qui varie beaucoup pour les différentes solutions salines. »

„ Encore un mot sur ce que plusieurs physiciens croient la présence de l'air respirable nécéssaire à l'action de la pile ; et que dans le vide de la machine pneumatique cette action cesse entièrement, ou à-peu-près : le D.r Van-Marum vient de prouver le contraire; et quand il ne l'auroit pas fait, mes épreuves déjà rapportées dans ma lettre à Sir Joseph Banks (Mars 1800) qui consistoient à entourer d'huile ou de cire toute la pile, laquelle continuoit d'agir très-bien avec une telle enveloppe, et pendant plusieurs semaines, ces expériences, dis-je, démontrent ass ez que les effets ont lieu sans le concours de l'air. „

„ Mais comment ont-ils donc été induits en erreur les physiciens qui attestent avoir vu les effets de la pile disparoître ou s'affoiblir prodigieusement dans le vide de Boyle ? En accordant quelque chose à leurs observations, j'expliquerois le fait en attribuant l'affoiblissement des signes d'action, premièrement à l'evaporation de l'humidité des cartons, évaporation provoquée par le vide d'air qui à pû les dessécher au point de ne plus laisser passer le courant électrique avec la vitesse réquise pour donner une commotion assez sensible ; en second lieu, à ces mêmes vapeurs, condensées sur l'extérieur de la pile jusqu'à la mouiller ; ce qui, comme on sait, nuit beaucoup. „

„ On m'objectera qu'on à observé que l'air d'un vase dans lequel on tient enfermée une pile en action, diminue sensiblement. — Il concourt donc.... Oui repondrai-je, il concourt à l'oxidation des mé-

taux, qui est en train (1), mais cette oxidation n'à proprément rien à faire avec l'action électrique, comme je l'ai assez fait voir: c'est un phénomène chimique, dont je ne dois pas m'occuper ici, où il n'est question que de l'excitation électrique et des phénomènes qui en dépendent. Sous ce dernier point de vue, l'oxidation a bien quelque rapport à l'électricité de la pile, mais comme effet de celleci, et nullement comme cause; suivant ce que nous avons expliqué. »

---

(1) Je croirois encore plus probable, avec M. Senebier qui me le suggère, que le gaz hydrogène, qui se développe, se combine dans son état naissant, à l'oxigène de l'air ambient pour former de l'eau; et qu'il occasionne ainsi la diminution observée dans cet air.

SOPRA
ESPERIENZE ED OSSERVAZIONI
DA INTRAPRENDERSI
SULLE TORPEDINI

LETTERA

AL PROFESSORE DI FISICA SPERIMENTALE

NELL' UNIVERSITA' DI PAVIA

P. CONFIGLIACCHI

Estratta dagli Annali di Chimica di Pavia T. 22. pag. 223.
dell' anno 1808.

Como li 15 Luglio 1805.

Ricevetti la stimatissima vostra de' 19 Giugno a Bologna, alla vigilia di partirne, che fu il 26 detto. Il viaggio ed alcuni affari pressanti ritornato che fui a Como mi obbligarono di ritardare fino al giorno d'oggi a rispondervi. Mi è spiaciuto grandemente che una tal gita a Bologna, dove ebbi a portarmi per una convocazione straordinaria de' Membri dell' Istituto Nazionale, mi abbia privato della bella sorte di aver Voi, e l'amico Fortis, per qualche giorno ospiti in casa mia. Avrei almeno desiderato di ritrovarvi ancora a Milano al mio passaggio, per salutarvi di nuovo, e conferire con Voi un altra volta intorno alle sperienze, che vi proponete di fare sulle *Torpedini*; ma quando vi giunsi eravate già partito per il Golfo della Spezia, come ho inteso dal nostro comune amico Prof. Zuccagni. Non mi resta dunque che di proporvi in iscritto alcuna cosa, secondando così il desiderio vostro, e la viva brama, che nutro io di veder verificate le

congetture, che da lungo tempo volgo in mente riguardo al potere elettrico di esse torpedini, e di altri pesci che godono di simile stupenda virtù, taluni in grado anche più eminente, quali sono l'anguilla tremante chiamata *Gimnoto elettrico*, il *Siluro elettrico*, e qualche altro scoperto in questi ultimi anni.

Come però dovrete ristringere le vostre sperienze ed osservazioni alle torpedini, che sole tra i pesci dotati del potere di dare la scossa si rinvengono ne' nostri mari; di queste sole parlerò, e de' loro organi elettrici: potendosi altronde facilmente comprendere, che organi analoghi, anzi identici quanto all' essenziale, avvegnachè dissimili nella forma, grandezza, e posizione, devono possedere anche quegli altri pesci, per produrre gli stessi effetti; e rilevandosi già da alcune descrizioni, che ne sono state pubblicate, cotal analogìa. Resterà dunque alla sagacità di altri Fisici il mostrare come convengano perfettamente anche questi organi di tai pesci forestieri nelle fondamentali condizioni di quelli della torpedine, e dei nostri apparati elettro-motori artificiali.

Le ricerche che più mi stanno a cuore hanno per oggetto di rendere, se si può, sensibile all' elettrometro codesta elettricità mossa dalla torpedine. Inutile sarà il tentar ciò restando il pesce sommerso nell' acqua: converrà dunque trarnelo fuora, ed esplorarlo con mezzi acconci, esposto all' aria, ed anche asciugato un poco, tanto che non sia più grondante di acqua. La miglior maniera, che io

immagino è di adagiarlo col ventre in giù, al quale corrisponde un capo del doppio suo organo elettrico (come sappiamo) sopra una larga lastra, o bacile di metallo posto su d'una tavola abbastanza umida, o meglio ricoperta da una tovaglia bagnata; e in tale stato solleticarne quella parte della schiena a cui corrisponde l'altro capo di detto organo, con un filo metallico sporgente dal cappelletto di un buon elettrometro a paglie sottili, od a listrarelle di foglia d'oro.

Dubito però molto che si possa con ciò solo riuscir a muovere alcun poco tali elettrometri, avvegnachè sensibilissimi: come accade anche colle ordinarie *pile*, od elettromotori artificiali, le quali pile, massime se siano molto umide al di fuori, e tale umidità si estenda da un capo all'altro, o trovinsi involte in qualsisia umida fascia (che rappresenti appunto gli integumenti, che nello stato naturale involgono gli organi della torpedine), non affettano punto sensibilmente codesti elettro-motori, o appena appena v'inducono qualche picciolissima divergenza de' pendolini. Dubito, ripeto, che esplorando così la torpedine si possano aver segni *immediatamente* all'elettrometro.

Mediatamente però, cioè coll'ajuto di un buon *Condensatore* adoperato come conviene, sapete ch'io ottengo segni distintissimi e di qualche forza, e fino scintille, anche da pile di un numero non molto grande di pezzi, e le quali non danno che una mediocre scossa, inferiore a quelle della torpedine; li ottengo tali segni anche da pile gron-

danti d' acqua, od involte a bella posta da qualche umida fascia. Son dunque persuaso, che eziandio dalle torpedini, che chiudono in seno siffatti organi simili alle pile, ossia un apparato elettro-motore naturale emulo ai miei artificiali, otterrei io eguali segni elettro-metrici, coll' ajuto parimente di un buon condensatore; e spero che gli otterrete pur voi, se di un tal ottimo condensatore, non meno che de' migliori elettrometri vi troverete provveduto, come non dubito, e ne farete con somma cura il conveniente uso. A questo fine cominciate dal provare il condensatore, di cui vorrete servirvi, sopra una picciola pila, che riposi colla sua base sull' istessa tavola bagnata, su cui giace la torpedine, e sopra qualsiasi sostegno avente comunicazione col suolo; provatelo col regger in mano il suo piattello inferiore, ed il superiore applicatovi a dovere farlo comunicare, mediante un filo metallico che ne sporga, alla testa di essa pila; indi staccatolo portarlo isolato sopra il cappelletto dell' elettrometro; e osservato quali segni ei faccia dare a questo, quanto ne faccia divergere i pendolini ec., ripetete la prova con farlo comunicare esso piattello collettore nella stessa maniera alla schiena della torpedine ne' punti corrispondenti a' di lei organi elettrici. Non so se questo toccamento basterà a caricare codesto piattello, onde averne poi i segni all' elettrometro, nel modo che bastò il toccamento della pila nell' esperienza precedente; se basterà sempre, e in qualunque circostanza; o se solamente avrà luogo tal carica

irritandosi il pesce, ed eseguendo esso quel tale sforzo, che gli si vede fare quando vuol produrre la scarica. Converrà dunque tentare molte volte, e in varie guise, e cogliere a studio o a fortuna il momento giusto.

Pare che la torpedine, quando vuol dare la scossa, ossia effettuare la scarica elettrica, comprima fortemente il dorso: ciò io credo affine di applicare a dovere l'interno della schiena e del ventre ai capi opposti dell'apparato elettro-motore, che chiude in seno, e portarvi un ampio e perfetto combaciamento, e con ciò anche addurre ad un congruo contatto que' pezzi di esso organo doppio, che trovansi per avventura o staccati o non abbastanza comunicanti, come in alcune delle mie pile costrutte a bella posta così; oppure affine di spremere qualche umore, e farlo colare sì che vada ad imbever meglio le pellicole, o piccioli dischi sovrapposti gli uni agli altri in gran numero in quei piccioli tubi membranosi, che raccolti in due fasci formano gli organi di cui si tratta; qualche umore, dico, o muscoso, o linfatico, od altro, che venga ad inzuppare vieppiù tali pellicole, o dischetti, onde rendergli migliori conduttori e motori, od a riempierne gli interstizj, onde formare le comunicazioni che abbisognano, o renderle più compite. Nella prima supposizione, fors' anche nella seconda, ponendo sopra la schiena della torpedine giacente col ventre sul bacile, o immediatamente sulla tavola bagnata, un peso che la comprima sufficientemente, si ridurrebber, credo, que-

gli organi a dover agire continuamente; e allora il condensatore ne ritrarrebbe in qualsisia momento la competente carica di elettricità, com' esso la ritrae sempre da una pila ordinaria messa in buon ordine, e in istato di agire incessantemente. Sarebbe bene che il peso posto sulla schiena al luogo corrispondente a detti organi fosse di metallo, e questo poi si toccasse, anzichè la schiena nuda, dal filo annesso al condensatore.

Se per tal mezzo, od altro migliore che a voi suggerisca, vi riesce di ottenere segni all' elettrometro, ecco in gran parte soddisfatta la mia aspettazione: e sarà pur facile di soddisfare ancora la curiosità e brama che ho di sapere quali dei due capi di cotali organi possegga l' elettricità *positiva*, ossia per eccesso, quale la *negativa*, ossia per difetto: sarà, dico, facile ricorrendo al solito criterio dell' accresciuta o diminuita divergenza de' pendolini dell' elettrometro, col presentare al suo cappelletto un bastoncino di ceralacca stropicciato di fresco.

Or lasciando l' elettrometro, e volendo far prova delle scosse, mi pare che stando la torpedine nel modo sopra descritto compressa sotto il peso dello scudo metallico, e venendosi a toccare questo con un dito, o meglio con una lastra metallica impugnata da una mano umida, mentre l' altra terrebbesi applicata ampiamente al bacile, o al panno bagnato, su cui giace essa torpedine, dovrebbero aversi le scosse ad ogni momento che si tentasse la prova, e quante volte si volesse, senza aspettare

sforzo alcuno dell'animale, o la sua volontà; e che queste scosse involontarie per parte di esso, ed eccitate su di noi a voglia nostra per ogni nuovo toccamento, sarebbero anche più poderose, quanto più ampio fosse il contatto sì dell' armatura metallica posta sulla schiena del pesce, che del ventre suo applicato al bacile, o al panno bagnato, e quanto più umide fosser le mani di chi sperimenta, e combaciassero più larghe superficie de' conduttori: il tutto analogamente a ciò che osservasi nelle pile riguardo al più facile e copioso trascorrimento del fluido elettrico a misura delle migliori comunicazioni e più ampj combaciamenti de' conduttori umidi tra loro, e coi metalli.

Armata così e compressa la torpedine, imiterà dunque meglio la pila, secondo io immagino, dandovi immancabilmente la scossa per ogni congruo toccamento (accompagnata tale scossa dal noto lampo o chiaror passeggiero entro gli occhi, qualora la scarica si porti ad attraversare qualche parte della vostra testa), e mantenendo una corrente continuata di fluido elettrico da un estremo de' suoi organi all' altro, per quell' arco o catena di buoni conduttori, con cui si faccian comunicare a dovere; colla qual corrente continuata potrà anche produrre, oltre le scosse e il lampo, quel dolor pungente, quel vivo bruciore sulla pelle del volto o d' altre parti dilicate, che vi producono le vostre pile; e basterà per ciò, che venga a toccare questa o quella parte nuda, e di pelle delicata, e molto più la viva carne di qualche piaga o fe-

rita, un filo metallico prolungato dall' armata schiena della torpedine, intanto che con una mano ben umida la persona che fa la prova comunica ampiamente col bacile, su cui la torpedine giace col ventre; o inversamente, che il filo metallico proceda da cotesto bacile.

Siccome cogli elettro-motori artificiali il polo negativo è quello che eccita un dolore molto più rabbioso e cocente; così avvenendo lo stesso colla torpedine, che dobbiam pur tenere per un elettromotore naturale, si capirà anche da questa sperienza in quale delle due parti risieda l' elettricità sua per *eccesso*, in quale l' elettricità per *difetto*, se la scarica facciasi dalla schiena al ventre, o dal ventre alla schiena; la qual cosa importa pure di sapere.

Nella stessa maniera potrà eccitarsi eziandio il sapore sulla lingua, e questo ossico od alcalino, secondo che sarà rivolta la punta di essa lingua verso il polo *positivo*, o *negativo* degli organi, come sapete che accade colle pile. Ma acciò non si confonda la sensazione di sapore colla scossa e col bruciore, converrà lasciare indebolire molto l' azione di detti organi, come appunto facciamo per lo stesso fine colle pile.

Finalmente se nel modo sopra indicato, od in altro, può ridursi la torpedine, ossia l' uno o l' altro de' suoi organi elettrici, od ambedue, che fora meglio, ad agire incessantemente, voglia essa o non voglia, ccme mi lusingo che possa riuscire; non può mancar di produrre al pari di una pila, la

di cui azione, quando trovasi in buon ordine e stato, è pure incessante, non può, dico, mancar di produrre anche il bel fenomeno chimico della *termossidazione* di un filo d'argento, di rame ec., o dello sviluppo di molte *bollicine* di *gas flogogene* da un altro filo metallico, i quali fili procedendo, l'uno dall'armatura della schiena del pesce, l'altro da quella del ventre, vadano a terminare in un tubo, o vasetto d'acqua, per mezzo della quale venga compito il circolo. Se questa sperienza riesce, avremo il più bel compimento che possa desiderarsi nelle prove di confronto fra la torpedine, che è un elettro-motore naturale, e la pila, od elettro-motore artificiale.

Resterebbe ancora di poter imitare colla torpedine l'altro sorprendente e dilettevole fenomeno, che presentan le pile, di arroventare cioè e fondere la punta di sottili fili o foglie metalliche, arroventamento e fusione che accompagnano, massime nei fili di ferro, vaghe stellette e scintille sprizzanti. Ma dubito molto che possa ciò ottenersi colla torpedine, ancorchè fosse ridotto il suo doppio organo allo stato e condizione di scagliare incessantemente il fluido elettrico, e mantenere una corrente continua, siccome fa una buona pila: e la ragione è che non si riesce a questa deflagrazione delle punte metalliche neppure colle pile, se i suoi piattelli di metallo e i dischi umidi interposti non sono di una considerabile larghezza, o se, essendo piccioli, non ne è lunghissima la serie. Or sono bene in gran numero

le pellicole, o sottili strati, di cui son formati gli organi elettrici, od elettro-motori naturali, di cui si tratta, ma sono picciolissimi di diametro; e altr onde non hanno di gran lunga tanta attività cotesti motori, tutti di seconda classe, ossia umidi, quanto quelli di prima classe, cioè metallici, che entrano nella formazione delle nostre pile od elettromotori artificiali. Possono dunque quelli aver il potere di dare scosse anche forti, e sì lo hanno, come ci provano l' esperienze sù di esse torpedini senza aver quello di abbruciare, o far scintillare le punte di fil di ferro ec.; come non lo hanno neppure delle pile metalliche di 50, 60 e più coppie di piattelli piccioli, ex. gr. di mezzo pollice di diametro, le quali nondimeno producono violente scosse. Ad ogni modo essendo in sì gran numero le accennate pellicole, o strati picciolissimi e sottilissimi nel doppio organo della torpedine, che giungono nei tanti tubi membranosi, ond'è questo composto a più migliaja, non dispero affatto che possa ottenersi tentando, e ritentando ne' più acconci modi, qualche poco anche di questa deflagrazione. La più facile maniera di riuscirvi, se fosse possibile, mi parrebbe quella di tener applicato un capo di un arco metallico al bacile, sù cui alla maniera da me indicata posa la torpedine col ventre, e portare l' altro capo, che terminerebbe in punta di ferro affilata, od acuta, a contatto brusco, sia dello scudo metallico ond'è armata e compressa la schiena, sia d'un buon carbone, o d' un laghetto di mercurio posti

sopra tale scudo, i quali corpi favoriscono la deflagrazione che si vuol eccitare.

Ho supposto fin quì che tutto il potere elettrico della torpedine risieda negli organi a ciò destinati, i quali di elettrici appunto hanno ottenuto il nome: che essi sieno veri e perfetti elettromotori naturali, emuli de' miei artificiali, che per se soli incitino ed impellano il fluido elettrico in guisa di metterlo in corrente da un capo all'altro, ogni qualvolta, essendovi in pronto un acconcio arco conduttore, vengano, o per uno sforzo volontario dell'animale, o per altra maniera addotte a congruo contatto, o rese compitamente comunicanti fra di loro quelle parti di essi organi, che nello stato naturale del nostro pesce libero e quieto trovinsi per avventura disgiunte, o mal comunicanti. Però è che per le sperienze da me proposte, alla riuscita delle quali richiedesi che tal corrente elettrica sia continua, incessante, come lo è nelle ordinarie pile, allestite di tutto punto, e in cui non abbiavi interruzione, ho suggerito l'artificio di tener compresse le parti del ventre, e della schiena, che rinchiudono detti organi, di tenerle, dico, ben compresse e serrate, ad oggetto di avere una perfetta e costante comunicazione fra tutte le parti componenti codesti organi, e fra gli organi medesimi, e la schiena dell'animale da una parte, e il ventre dall'altra. Spero che un tal artificio, o qualche altro di varj che potranno immaginarsi, riesca. Confesso però che non ne son sicuro, perchè può esservi, nello stato cioè

ordinario del pesce, qualche mancanza in siffatti organi, qualche sconnessione od intervallo fra i pezzi che lo compongono, qualche difetto insomma, cui la sola volontà dell' animale possa togliere con certi moti da lei impressi agli organi medesimi, od alle parti aggiacenti, dispiegando la sua energia sopra i nervi, che vi si portano in grande copia, facendovi accorrere tale e tal altro umore acconcio, o in altra guisa; al che non sarebbe a noi dato di poter supplire con artificj meccanici. In attenzione di una più accurata descrizione di tali organi, che voi non mancherete di darci, mi attengo per ora a quelle pubblicate da altri naturalisti, ed anatomici, che riporta in succinto Hauy nell' opera = *Traité Élémentaire de Physique* „ L'organe „ dont la torpille se sert pour exercer son pouvoir „ engourdissant est composé d'un grand nombre „ de tubes aponévrotiques, d'une forme hexagona- „ le et quelquefois pentagonale, rangés paralléle- „ ment les uns aux autres autour des branchies, et „ dont une base est adjacente à la peau de dessus et „ l'autre à celle de dessous. Tous ces tubes sont „ exactement fermés à leurs extremités par une „ membrane aponévrotique, qui s'étend de chaque „ côté sur toute la surface de l'organe. De plus, „ chaque tube est traversé horizontalement par des „ feuillets aponévrotiques placés l'un au-dessus de „ l'autre à de petites distances, en sorte que le tu- „ be peut être considéré come un assemblage de „ cellules superposées. L'intérieur de ces cellules est „ rempli d'une substance qui d'après les expérien-

» ces de Geoffroy, est composée d'albumine et de
» gélatine. Enfin, tout cet appareil est fourni de
» nerfs remarquables par leur volume, qui se insé-
» rent entre les tubes, et finissent par se distribuer
» dans leur intérieur. »

Or ritenuta tale struttura, può credersi che una condizione richiesta a mettere in attività gli organi di cui si tratta sia appunto l'afflusso copioso di questo o quell' umore nelle indicate cellette, tantochè ne divengano piene tutte quante a dovizia, e turgide; e può benissimo essere che vi voglia a tal effetto, cioè per indurre tale pienezza, un azione particolare, ed uno sforzo straordinario dell' animale sopra tali organi per mezzo de' molti e insigni nervi che vi si portano, onde da' vasi che li accompagnano, o da altri vicini, si effonda in dette cellette la tanta copia de' richiesti umori; onde in fine, compite le comunicazioni, ne risulti un complesso di pile tutte attive nel miglior modo, tendenti cioè a lanciare un torrente di fluido elettrico da un capo all' altro.

Se così fosse, e se di più cotal afflusso d'umori e riempimento delle cellette, portato da uno sforzo straordinario dell' animale ogni qualvolta tenta di dare la scossa, fosse passeggiero e non durasse che un istante brevissimo, non è difficile comprendere come, essendo tuttavia bastante per produrre la scossa, potrebbe non esserlo per caricare sensibilmente il condensatore, potrebbe non dar tempo a ciò; l' applicazione del qual condensatore

riuscirebbe altronde inutile, quando non venisse fatta al momento preciso, cosa assai difficile.

Ma anche in altra maniera concepisco che possan mancare i segni all' elettrometro, comunque ajutato dal condensatore. Gli organi rinchiusi nel corpo dell' animale trovandosi in tutta la loro lunghezza involti e fasciati da umidi conduttori, quali sono i vasi, le carni, gli integumenti, trovansi nell' istesso caso come una delle mie pile sepolta intieramente nell' acqua, o fasciata da grossi panni o cartoni ben inzuppati, la quale parimenti non da segni all' elettrometro neppur col soccorso del condensatore, nè produce scosse finchè rimane in tale stato: li dà però più o meno sensibili, e scuote pur anco, sol che l' umida veste si assottigli molto, o meglio si stacchi per qualche tratto della lunghezza di essa pila, malgrado che continui a starvi applicata in altre parti, e sì ai due capi della medesima. Così adunque potrebbe avvenire degli organi della torpedine, che fosse cioè necessario all' effetto della scossa tale sforzo dell' animale, per cui venissero momentaneamente staccati essi organi dalle aderenze umide dei lati, rimanendo i soli contatti, e facendosi anzi più esatti, della schiena e del ventre sopra le due estremità di detti organi: momentaneamente dico, onde anche per tal modo non si desse luogo o tempo alla carica del condensatore ne' tentativi nostri.

La non riuscita pertanto non sarebbe un argo-

mento bastante per negare che gli organi di cui si tratta sieno veri elettro-motori per se stessi, a somiglianza delle nostre pile; all'incontro la riuscita sarebbe una prova evidentissima, anzi un cumulo di prove, che tali veramente sono.

Or se infatti riescano (come torno a dire che spero) o tutte o alcune delle progettate sperienze, mercè il solo semplice spediente di tener compressi nel modo sopra indicato ventre e dorso del pesce, se riescano colle torpedini intiere e vive, sulle quali dovete incominciar le prove, non dubito quasi che non siano per riuscire egualmente colle morte di fresco, e meglio trucidate, anzi pure cogli organi soli recisi e separati intieramente dalle altre parti dell' animale. Son per dire che mi aspetto da questi organi spogliati d' ogni aderenza, nudi e mondi, non solo le scosse e gli stessi segni elettro-metrici come dal pesce intiero e intatto, ma quelle e questi più marcati ancora. Vi propongo adunque e vi raccomando di verificar ciò con apposite sperienze. Se trovate difficile di separare del tutto e liberare da ogni inviluppo o parte estranea quegli organi, recidete solamente la testa e la coda del pesce unitamente a quelle porzioni del tronco che sopravanzano la regione di essi organi ritenuti con quella sola sezione del corpo che li contiene, provatela sul bacile o sul panno bagnato immediatamente, e comprimetela sotto uno scudo metallico di mediocre peso; indi fatene prova. Sarà pur bello se riescono così le sperienze! Più bello ancora, e più

decisivo se riescano cogli organi intieramente separati, e messi al netto; e dopo lungo tempo che si sono estratti dal corpo dell' animale; e con porzione soltanto di essi, con po chi cioè di que' prismi o tubetti infarziti da' sottili strati, o con un solo.

Io mi lusingo che riusciranno più o men bene in tutte queste maniere, ed in altre che voi saprete immaginare. Vorrei poi anche provare a disfar cotali organi, e ricomporli di posta, or come prima, or variando, sia la posizione di essi tubetti, sia la serie delle pellicole, o piccioli dischi di cui son zeppi, ad umettarli con varj liquidi ec., per vedere se e quanto ritengano della primiera loro azione e forza, la quale fors' anche potrebbe accrescersi.

Nel decomporre e ricomporre siffatti organi, oltre le altre osservazioni che suggerirà a voi di fare, vorrei che poneste un particolare studio a quelle che vi possano far discoprire quali e quante diversità si trovino fra uno e l' altro di que' strati o pellicole, riguardo alla loro sostanza propria, o all' umore di che sono intrisi, o a quello che frapposto ne riempie gli intervalli. Una tal ricerca sottile e difficile è di grande importanza. La mia teorìa vuole, come sapete, che ogni pila attiva, sia di 1.°, di 2.°, o di 3.° genere, debba essere formata di una serie di gruppi, composti ciascuno di tre almeno conduttori diversi, che in tali circostanze sono poi anche *motori;* cioè, che nel 1.° entrino due conduttori metallici diversi, ed un umido; nel 2.° due umidi diversi ed un metallo;

nel 3.° finalmente tre conduttori umidi tutti diversi. Or gli organi elettro-motori della torpedine (e degli altri pesci dotati della stessa facoltà) appartenendo a questo 3.° genere, debbono anch' essi essere formati di una serie di gruppi regolarmente ordinati, in ciascuno dei quali trovinsi non meno di tre conduttori diversi. Questi dunque bisogna cercarli in quelle pellicole, o piccioli dischi, e negli strati umidi intermedj, e trovarli alternatamente disposti in questa serie: avvertendo che una diversità, e diversità grande, può esservi, ancorchè non appaja tosto all' occhio, e difficilmente pure si scopra con altri criterj, e che basterebbe che esistesse anche solamente nelle faccie opposte dell' istesso disco o pellicola, sull' esempio de' doppj piattelli di argento e stagno, o zinco, nelle pile metalliche. Così quand' anche l' occhio non iscopra a prima giunta, o discerna distintamente le varie specie di sostanze ch' entrano nella costruzione di quegli organi, è verosimile che vi si trovino almeno le tre richieste all' uopo; anzi più di tre, nel qual caso ve ne sarebbo d' avanzo, senza che ciò fosse di pregiudizio; giacchè anche nelle pile attive di 1.°, e di 2.° genere si possono introdurre più di due specie di metalli, o più di due conduttori umidi diversi. Che dico verisimile? È stato già provato coll' analisi chimica che vi si trova dell' *albumine*, della sostanza *glutinosa*, e dell' *aponevrotica* o membranosa; aggiungansi gli umori acqueo, sieroso, ed altri tanto insipidi che salini, de' quali probabilmente uno o più vi si incontre-

ranno, o misti, o separati. E senza ricorrere all' analisi chimica, stando a differenze più facilmente marcabili, se vi è della sostanza nervea, della membranosa, della muscolare, o tendinosa ec. a strati alterni, o due solamente di queste ed un umore per terzo, o due umori diversi, acqueo, mucoso, linfatico, ed una sola di tali sostanze, ne abbiamo abbastanza all'uopo, sol che trovinsi tali sostanze stese ed alternate in giusto ordine e serie. Ecco dunque ciò che debbesi cercar di scoprire e determinare: quali sostanze specificamente diverse compongano gli organi elettrici della torpedine, e come vi si trovino combinate e distribuite.

Venendo meno a poco a poco la forza di scuotere nella torpedine viva o morta, intiera o mutilata, converrà osservare se degradi egualmente la *tensione* elettrica; giacchè potrebbe questa sostenersi di più, come accade alle pile; nelle quali, a misura che perdon l'umido i bollettini interposti ai doppj piattelli metallici, tutto che scemi di molto il potere delle scosse, diminuiscono di poco i segni all'elettrometro (ottenuti, s'intende, coll'ajuto del condensatore), e sussistono ancora dopo che non si ottiene più scossa sensibile, nè cessano del tutto finchè non siano essi bollettini divenuti asciutti quasi intieramente.

Quando poi le scosse estremamente indebolite non si faranno più sentire che ad uno o due articolazioni di un dito, chi sà che non risorgano più intense umettando gli organi elettrici d'acqua,

o semplice, o salata? Chi sà che non convenga umettarli essi organi anche appena estratti dall'animale? E quando avran pur cessato d'essere sensibili al dito tali scosse, io non dubito, che non lo siano ancora per lungo tempo a delle rane preparate per farle balzare. Or dunque gioverà provare fino a qual segno, e fino a quanto tempo si possa estendere cotale azione sensibile sopra un elettrometro di sì prodigiosa delicatezza, quali sono coteste rane preparate alla maniera di Galvani.

A proposito di tali rane, o tronchi di rane così preparati, che per un nulla di poter elettrico si scuotono, onde la più debole azione ancor della torpedine le fa sbattere e saltare, voglionsi aver presenti, e sarà pur bene il ripetere e variare le belle sperienze di esso Galvani, il quale poste avendone alcune sulla schiena, e a' fianchi del pesce coricato sopra un panno bagnato, le vide dibattersi tratto tratto, e talor quasi di continuo, senza che venisse essa torpedine irritata, o desse segno di lanciare la scarica. Questo ci porterebbe a riguardare i di lei organi elettrici come sempre montati, ed in attuale azione fino a un certo segno, aventi perciò nelle loro parti abbastanza di comunicazione per un qualche trascorrimento continuo di fluido elettrico dalla schiena al ventre, o viceversa, trascorrimento assai scarso però, sicchè bastando a scuotere que' tronchi di rana estremamente eccitabili, non valga a portare scosse sensibili alle nostre mani e braccia; per produrre le quali vi voglia una più rapida e copiosa corrente,

e per questa una più perfetta comunicazione, e congruo contatto delle parti tutte di essi organi elettro-motori: al che, come già dicemmo, si richiede od uno sforzo dell' animale, che è probabilmente una compressione che vi porta, od altro mezzo equivalente. Può anche supporsi che nello stato naturale e di quiete della torpedine non v' abbia per avventura che qualcuno dei tanti tubi o colonnette, di cui son composti i di lei organi elettrici, il quale sia in azione, e mantenga una piccola corrente; ovvero che ciascuna di tai colonnette agisca separatamente, e che poi si uniscano tutte insieme, e cospirino a formare una gran piena per le valide scosse sotto lo sforzo, o la compressione, di cui si è detto. Quindi ancora rilevasi l' importanza di esplorare tali organi separati dal corpo, or insieme, or parte a parte, come ho suggerito più sopra, e voi meglio saprete immaginare.

Ecco quante ricerche anatomiche e fisiologiche vi si presentano da fare, oltre i molti tentativi e sperimenti fisici, che vi ho proposti, ed altri che senza mio suggerimento saprete voi stesso ideare ed eseguire. Riguardo a quelle, non dubito che quanto più esaminerete e scandaglierete gli organi elettrici della torpedine, non siate per ravvisarvi una più grande rassomiglianza colle mie pile, anzi una essenziale conformità, con quelle che chiamo di terzo genere. La costruzione affatto singolare di tali organi fu per gran tempo un arcano per i Fisici e per i Fisiologi, e forse lo è ancora per molti; ma cessò d' esserlo per me dal momento

che giunsi a costrurre i miei apparati elettro-motori, e singolarmente le pile suddette di terzo genere, che sono, ardisco dirlo, la stessa cosa in fondo che quegli organi. Le sperienze e ricerche che vi ho proposte, hanno per iscopo di verificare e confermar ciò in tutte le maniere, per finir di convincere chi ancor ne dubitasse, o movesse delle obiezioni. Riuscendo bene codeste esperienze, siccome spero, verranno a mostrare come si ottengano dalle torpedini fuori dell'acqua, anzi dai soli loro organi elettrici, oltre le scosse già note, tutti gli altri fenomeni che presentano le mie pile. Io altronde ho già mostrato come reciprocamente le pile imitino perfettamente le torpedini eziandio sott'acqua, scuotendo e intorpidendo una mano tuffata in essa acqua: scuotendola anche prima che giunga a toccare il corpo del pesce, anche ad una considerabile distanza: ciò che ben non si comprendeva, e ch'io spiego, comprovandolo con altre sperienze, in una maniera che non lascia più alcuna difficoltà. Ad imitazione delle torpedini che lanciano scosse entro il nativo loro elemento, faccio agire coteste mie pile, e dare le scosse parimenti sott'acqua, e sì anche ad una mano tuffata, che pur non giunge a toccarla: insomma le riduco ad essere come torpedini artificiali. La descrizione di tali mie sperienze colle spiegazioni, fa parte di una lunga Memoria, che scrissi son già tre anni, e comunicai a varie persone intelligenti, ma che per alcuni riguardi non ho ancor pubblicata.

Ritornando per un momento alle sperienze più

sopra indicate, che a voi confido, desidererei pure, ed oh quanto! di potervi por mano io stesso: più altre me ne suggerirebbero dietro le osservazioni che andrei mano mano facendo, giacchè l'esito di un esperimento e le circostanze che l'accompagnano dan lume per nuovi tentativi ec. Senza questo, anche fin d'ora, e quì, dove non ho nè per le mani nè sott'occhio l'oggetto delle ricerche, nè posso in alcun modo procurarmelo (essendo impossibile di far venire fino a Como, e neppure fino a Milano delle torpedini, se non vive, almeno fresche), mi vengono in mente diverse altre ricerche, che potrebbero farsi interessanti anch'esse, sopra codesti pesci cotanto singolari. Ma bastano per ora, e sono anche troppe all'intento propostomi quelle che vi ho additate; tanto più, che anche a voi ne suggeriranno non poche, forse più istruttive, sotto questo e sotto altri punti di vista, le quali non vorrete nè dovete tralasciar per le mie. In fine da tutte insieme le sperienze ed osservazioni che farete non posso che sperar molto, e ne attendo con impazienza i risultati. Sono intanto con perfetta stima ed amicizia.

SOPRA

ALCUNI FENOMENI CHIMICI

ARTICOLO DI LETTERA

AL PROFESSORE LUIGI BRUGNATELLI

Questo articolo è stato estratto dagli Annali di Chimica del Professore Brugnatelli Vol. XXI. pag. 79. Ann. 1802.

Como, 29 Settembre 1802.

Riguardo a' miei studj, e alle mie ricerche sperimentali, non ho fatto gran cosa in tutti questi mesi; mi sono applicato solamente a determinare con qualche precisione il rapporto tra i gradi del quadrante elettrometro, e del mio a paglie; e tra questi e la distanza a cui possono farsi le scariche elettriche di semplici conduttori di boccie di Leyden e di batterie, ossia le distanze a cui può arrivare il salto della scintilla. I risultati e le leggi che ho trovato sono belli ed importanti per la elettrometria, che è stata troppo trascurata. Ho continuate e variate ancora le prove di caricare colla pila le batterie; ed ho pure avuto de' risultati maravigliosi ed istruttivi molto. Con certo artifizio ho fatto che il contatto della pila colla batteria non durasse che $\frac{1}{50}$ di secondo, e meno ancora, cioè circa un minuto terzo; e questo ha bastato per caricare essa batteria all' istesso grado della pila; la qual batteria così caricata ha potuto darmi una scossa discretamente forte, far scintillare, e fon-

dere la punta di un sottil filo di ferro ec. È da notare che questa carica della batteria si compie in così breve tempo, ancorchè i bollettini umidi della pila lo sieno di acqua semplice, ed essa pila non dia che una scossa leggerissima. Se però siano così poco umidi che la scossa riesca insensibile o nulla; e molto più se siano asciutti quasi del tutto, allora ci vuole un tempo notabile per caricare la batteria al grado stesso della pila (il qual grado è sempre il medesimo, corrispondente cioè alla qualità e numero delle coppie metalliche, siano i bollettini umidi molto, o poco; lo siano di acqua salata, o di acqua semplice), ci vuole uno, due, o più minuti secondi. È sorprendente allora che dalla batteria caricata dalla pila si ottenga più forte commozione che dalla pila medesima, od anche si ottenga da quella solamente. Tutto ciò però si spiega chiaramente, considerando l' ostacolo e il ritardo che portano alla corrente elettrica i detti bollettini, già cattivi conduttori quando sono inzuppati di acqua semplice, e più cattivi a misura che trovinsi meno umidi. Per questo manca la scossa; per questo ci vuol più tempo a caricare la batteria; la quale poi caricata può essa benissimo dare la scossa, non incontrando la sua scarica gli stessi impedimenti che la ritardino.

SOPRA
L' APPLICAZIONE
DELL' ELETTRICITÀ
AI SORDI MUTI DALLA NASCITA

LETTERA
DIRETTA AL MEDESIMO

Questa Lettera è stata tratta dagli Annali di Chimica del Prof. Brugnatelli Vol. XXI. pag. 100. anno 1802.

Vi scrissi già che le tante dettagliate relazioni di sordi muti, a cui è stato dato l' udito coll' applicazione del mio apparato elettro-motore, singolarmente a *Tever* (Città della Vestfalia, e Capitale del Teverland, che è Signoria appartenente allo Zar di Moscovia) per opera e col metodo giudiziosamente immaginato di un certo Sprenger, erano più che sufficienti a mostrare anche ai più increduli che la cosa non è sprezzabile, e che merita almeno che si provi da altri. Ho voluto dunque ancor io accingermi a tali prove, sebbene nodrissi più dubbj che speranze; e già da 15 giorni adopero un metodo simile a quello di Sprenger sopra una giovinetta sorda dalla nascita, dell' età di circa 15 anni, che trovasi quì a Como in un Conservatorio di povere zittelle. Non posso dire di aver avuto finora un gran successo; ma però non può negarsi che la paziente ha acquistato il senso dell' udito a segno di marcare varj soni anche non molto forti, e in distanza di alcuni

piedi. Si cominciò ad accorgersi che sentiva qualche cosa al principio del terzo giorno, cioè dopo aver la giovane subìto da 8, o 9 operazioni della durata ciascuna di 10 minuti a cadaun orecchio, in cui si fan succedere le scosse ad ogni minuto secondo. In tutti i consecutivi giorni si osservarono de' progressi, ma piccioli. È curioso che i suoni ottusi e cupi sono quelli ch' ella sente meglio, e i primi che ha potuti sentire, quali sono il battere sopra una scatola di legno vuota, o delle mani fra loro (cosa osservata anche nelle sperienze fatte a *Tever*, e riferita nella descrizione delle medesime) da alcuni giorni sente anche gli altri suoni, di varj stromenti cioè di musica, di un campanello ec., e la voce umana; ma come pare molto oscuramente, confondendo spesso un suono coll' altro. Io continuerò per altri 15 giorni ad elettrizzare l' uno e l' altro orecchio coll' istesso metodo, cioè coll' applicare alternativamente l' estremità di un filo metallico, che forma un bottoncino, e che procede dall' estremità positiva dell' apparato per un minuto al tragus, per due al meato esterno, e per un altro minuto dietro l' orecchio intorno al processo gastrocnemio, e portandovi frequenti scosse mediante il toccamento ad ogni minuto secondo dell' altra estremità negativa con un cannone metallico impugnato dalla mano umida sinistra quando si opera sull' orecchio dritto, e viceversa; e ciò quattro volte almeno per giorno. Continuerò, dico, fino a compiere un mese di prove, che è il tempo più lungo impiegato da Sprenger alla guarigione

dei sordi più difficili, dubito però molto di riuscire così bene come vien pubblicato da più parti ch' egli sia riuscito in più di 40 casi, ed altri pure in vari altri casi. Dubito che la mia paziente possa giungere a ben distinguere le voci articolate. Ella ha sicuramente acquistato qualche cosa: non sentiva punto i suoni più forti da nessuno degli orecchi, or sente i discretamente forti singolarmente dall' orecchio dritto; ma siamo ben lontani da quella finezza di udito, che si ricerca per ben sentire la voce umana poco alzata, e distinguere l' articolazione delle parole, come si richiede per imparar a parlare: che se anche potessimo giugnere fino a questa finezza e perfezione di udito, chi sa se e quanto durerà, giacchè siamo informati dalle stesse relazioni delle prodigiose cure successe in Germania, che parecchi sono ricaduti quasi nella primiera sordità dopo qualche tempo: non tutti però: ma degli altri non sappiamo ancora se molti, o pochi, o qualcuno dei già sordi muti abbia poi imparato a parlare; giacchè dopo il mese di Giugno non ho più relazione come siano andate le cose, e fino allora non potevano ancora i guariti aver appreso il linguaggio. Mi si dice che anche a Parigi nell' Instituto dei Sordi e Muti si siano intraprese da qualche tempo le sperienze; ma non so con qual metodo, nè con qual esito. Ne sapete voi qualche cosa? In Germania, ove si son fatti i tentativi in tanti luoghi, da tanti, ed ove si son pubblicate tante relazioni ed opere stimabili intorno all' applicazione del

Galvanismo, o come aman meglio di chiamarla elettricità metallica, si decantano varie altre guarigioni di debilità di vista, e fin di gotta serena, di membri paralizzati, ec.; ma ciò che è curioso è che alcuni oltre l' udito hanno acquistato anche il senso dell' odorato, di cui erano affatto privi; e ciò col solo elettrizzare gli orecchi col metodo indicato. Non è però maraviglia, giacchè quasi tutte le parti interne della testa si risentono da quelle scosse, quasi tutte vengono invase e attraversate dalla corrente elettrica, ed anche molte delle parti esterne, come si vede dal convellersi in tutte le scosse che si danno all' orecchio i muscoli temporali, e i zigomatici.

Come già dissi non ho molta speranza di riuscire perfettamente colla ragazza sorda, su cui sto ora sperimentando. Spero molto dipiù da un altro sordo muto, che sente pur qualche poco i suoni forti, e che fra poco assoggetterò alle prove.

Sono ec.

ESTRATTO

DI UN MANOSCRITTO

Sull' insussistenza della genesi del Clorino, e dell' Alcali nell' acqua sottoposta all' azione

DEGLI ELETTRO-MOTORI

Il presente Estratto trovasi pubblicato nel *Saggio di naturali osservazioni sull' Elettricità Voltiana* del D. Giuseppe Baronio a pag. 102, Milano 1806.

È noto già da alcuni anni che due fili o lastrette d'oro, o di platina, procedenti uno dal polo positivo di un buon elettro-motore, l'altro dal polo negativo, e che comunicano fra di loro per mezzo di una massa d'acqua frapposta, in cui pescano a dovere, formando per tal guisa un arco conduttore, che compie il circolo, svolgono ne' punti del loro contatto con essa acqua il primo molte bolle di gas ossigeno, il secondo molte di gas idrogeno, anzi questo in maggior copia. È noto pure che se l'acqua che circonda l'un filo metallico è ivi confinata e ritenuta in qualche modo, sicchè facilmente non si mescoli coll'acqua che involge l'altro (mantenendosi però in comunicazione tale da dare luogo alla corrente elettrica in giro), compare presto o tardi in quell'acqua da cui si è svolto e continua a svolgersi il gas ossigeno un pochetto di acido, ed un pocolino di alcali si manifesta nell'altra acqua, da cui nasce lo svolgimento del gas idrogeno.

Finalmente è noto che se il metallo procedente dal polo positivo non è oro, o platina, ma an-

cora argento, rame, ferro, od altro dei metalli non nobili, poco o nulla si svolge dall' acqua, in cui egli pesca, di gas ossigeno, ma che esso metallo invece si ossida a vista d' occhio, o forma anche un sale metallico; e che di acido libero non ne compare punto: intantochè l' altro filo procedente dal polo negativo non lascia, qualunque ne sia il metallo, di far scaturire al solito dall' acqua, che lo involge, le bolle in copia di gas idrogeno, e di rendere essa acqua un poco alcalina.

Ritornando alle sperienze co' fili d' oro, o di platina, nelle quali si ottengono i due gas separatamente ne' respettivi tubi, niuno ha saputo spiegare ancora come dall' acqua, entro cui il filo metallico procedente dal polo positivo fa passare la corrente elettrica, si svolga gas ossigeno, e solo gas ossigeno; e dall' acqua confinata nell' altro tubo, e che tramanda la stessa corrente all' altro filo stendentesi al polo negativo, si svolga gas idrogeno; e solo gas idrogeno. Se l' acqua è composta, come si vuole da' fisici e chimici moderni, di ossigeno e d' idrogeno in dose di circa 85 in peso del primo, e 15 del secondo, dove va, o cosa diviene l' idrogeno del primo tubo, quella porzione, dico, d' idrogeno, che corrisponde all' ossigeno che ivi compare? Dove va, o cosa diviene l' ossigeno dell' altro tubo, ossia di quelle molecole d' acqua, che quivi decomponendosi, dan fuori l' idrogeno in forma di gas? Queste sperienze pare che non si concilino troppo bene colla teoria della composizione e decomposizione dell' acqua; i sostenitori della quale han dovuto ricorrere per ispiegarle in qualche modo a

delle ipotesi più o meno forzate: com' è quella la quale suppone che mentre l' uno dei principj costituenti l' acqua, l' ossigeno per esempio, rimane indietro e prende la forma di gas attorno al filo d'oro, o di platina, ovvero ossida qualche altro metallo, l'altro ingrediente venga assunto dal fluido elettrico, che lo disciolga, e seco lo trasporti fino all' entrare nell' altro filo, ove coartato esso fluido elettrico nel passaggio, lo deponga, disponendolo così a prendere la forma di quell' altro gas, od a combinarsi altrimenti. In questa ipotesi, che fu avanzata cinque anni sono da Fourcroy, e che io stesso prima di lui volgeva in mente, e cercava di rendere, se non plausibile, meno paradossa; in questa ipotesi l' acqua che subirebbe la decomposizione sarebbe quella di uno solamente dei due tubi, e quella dell' altro resterebbe intera ed intatta.

Un' altra spiegazione egualmente forzata, e difficile ad ammettersi ne ha data Berthollet, supponendo che l' acqua possa perdere dell' ossigeno anche in quantità, come accade nel tubo in cui svolgesi cotesto gas, e così pure perdere dell' idrogeno, come avviene nell' altro tubo, senza cessare perciò di esser acqua nè l' una nè l' altra, senza snaturarsi, alterandosi soltanto in qualche maniera, e più o meno per tali mutate proporzioni de' suoi ingredienti. Spiegazione, dico, forzata, dopochè sopra le supposte costanti proporzioni di 85 di ossigeno, e 15 d' idrogeno, è stata principalmente fondata dai moderni chimici la teoria della composizione e decomposizione dell' acqua; inammissibile poi quando si osserva, che lo svolgersi anche da

poca acqua, o il solo gas ossigeno, o il solo gas idrogeno in quantità non picciolissima, dura delle ore, e dei giorni ove continui energica l'azione dell'elettro-motore, o essendosi infievolita, se ne sostituisca un altro più potente.

Mancando una spiegazione soddisfacente di cotal comparsa separata dei due gas, che è il primo fenomeno a presentarsi, non è meraviglia che non s'intenda neppure l'altro fenomeno susseguente, cioè la comparsa parimenti separata dell'acido nell'un tubo, e dell'alcali nell'altro; intorno a che sono state ancora più varie e più disparate le opinioni, e regna tuttavia una grande oscurità, comecchè siamo venuti in cognizione di alcuni nuovi fatti, e scoperto siasi più d'un errore. Tratteniamoci un poco su questo soggetto.

La picciolissima quantità sì di acido che di alcali che si era potuto ottenere in tali prove, anche con elettro-motori molto attivi, anche protraendone l'azione sopra l'istessa picciola quantità d'acqua ad ore e giorni, non ci avea concesso di poter determinare di quale specie fosse l'acido, e di quale l'alcali. La maggior parte de' fisici e chimici congetturavano, ed io stesso opinava, che incontrandosi per avventura nell'acqua sottoposta a codeste esperienze più o meno di gas azoto, un residuo cioè di questo, quand'anche si fossero adoperati mezzi per ispogliarla d'aria, l'acido fosse il nitrico, che potea benissimo formarsi da esso azoto e dall'ossigeno fornitogli dal gas ossigeno ivi nascente, o diciam meglio da una parte di esso ossigeno, che all'atto di svolgersi nella decomposizione di alcune molecole

di acqua, anzichè combinarsi col calorico onde passare allo stato di gas, si combinasse con detto azoto; e che l' alcali fosse l' ammoniaca, formata similmente dall' azoto ospitante nell' acqua, come si è detto, e da una porzione d' idrogeno, che sottratta alla quantità di gas idrogeno nascente si combinasse con esso azoto.

Il Sig. Simon di Berlino fu il primo che riguardo all' acido riconobbe e pubblicò fino dall' anno 1801 che esso non era altrimenti il nitrico, come comunemente credevasi, bensì il muriatico; ma avendo egli adoperato nelle sue sperienze per chiudere inferiormente i due tubi, e farli a un tempo comunicare, de' turaccioli di carne, ossia de' grossi pezzi di muscolo, credè svolto da questa sostanza animale un tal acido, e non cercò altro; nè vi fu, chi spingesse più oltre un tal ritrovato, fino a Pacchiani Professore di Pisa, che pubblicò l'anno scorso 1805 con varie memorie alcune sue sperienze, in cui avendo ottenuto co' fili d' oro l' acido muriatico, quando ossigenato, e quando comune dall' acqua semplice e pura, com' egli crede, hà voluto dedurne che essa acqua contenga tutti i principj costituenti di tal acido, cioè, che essendo l' ossigeno e l' idrogeno i veri e soli componenti dell' acqua (giusta la teoria di Lavoisier, sostenuta da quasi tutti i chimici e fisici francesi, e ormai adottata generalmente anche fuori di Francia) lo sieno pure di codest' acido, in guisa che, variando solamente le proporzioni, costituiscano, o l' acqua, o l'acido muriatico ossigenato, o l'acido muriatico ordinario. Crede egli dunque Pacchiani, anzi tiene per

dimostrato, che queste tre sostanze sieno altrettanti ossidi diversi d' idrogeno; che il massimo di ossidazione costituisca l' acqua; un grado minore di ossidazione, a cui è condotta dallo svolgersene mano mano l' ossigeno in contatto del filo metallico procedente dal polo positivo dell' elettro-motore, la porti allo stato di acido muriatico ossigenato; e finalmente il minimo di ossidazione, a cui è ridotta continuandosi un tale sviluppo d'ossigeno, la degradi allo stato di acido muriatico ordinario.

Codeste sperienze e deduzioni di Pacchiani sono state da alcuni esaltate al sommo, ed eguagliate alle più grandi scoperte; da altri depresse, contraddette, e quasi derise. Io non me ne sono ancora occupato quanto basta, ne ho fin quì dati sufficienti per decidere tutte le quistioni ch' esse ed altre analoghe sperienze fan nascere. Da quelle però che ho fatte e variate in più maniere trovo aver molto fondamento per credere che, nè l' acido intorno al filo d' oro o di platina procedenti dal polo positivo dell' elettro-motore, nè l' alcali intorno al filo metallico qual siasi procedente dal polo negativo si formino dalla sostanza medesima dell' acqua involgente essi fili; ma bene che l' uno e l' altro, quando pure vi compajono sotto l' azione di esso elettro-motore (giacchè succede pure qualche volta, usando tutte le possibili attenzioni, e portandole fino allo scrupolo, onde avere l' acqua purissima, succede, dico, che non si ottenga punto o di acido o di alcali), si tro vassero già nell'acqua, avvegnachè non ne dessero indizio coi consueti artifizj chimici. Quelle tra le mie sperienze che più

conducono a così credere sono le seguenti, per le quali mi servo, quando dei due tubi chiusi in fondo con vescica o con turaccioli di bambagia, e che pescano per un buon pollice nell' acqua di un comune bicchiero; quando del solo tubo ripiegato a forma di U con turacciolo pure di bambagia conficcato nella curvatura; quando di quello a due piegature con simile turacciolo a ciascuna, o ad una sola, od anche senza, se il bracci o orizzontale è lungo abbastanza (vedi la nota 1). Ciò basta perchè l' acqua, di cui si hanno a riempire i due tubi, o i bracci verticali dell' unico tubo ripiegato, ne' quali verranno a pescare rispettivamente i fili metallici procedenti uno dal polo positivo dell' elettro-motore, l' altro dal negativo, confinata ivi, e come inceppata tengasi immobile, e non si mescoli sensibilmente, almeno quella dell' un tubo o braccio con quella dell' altro. Perciò è meglio che i tubi sieno piuttosto stretti: se però trovinsi troppo angusti non serviranno molto bene, per essere l' acqua, massime pura, poco buon conduttore del fluido elettrico, onde ne verrebbe troppo impedita la corrente. Li scelgo io dunque di due linee di diametro, o meno ancora, per le prove sull' acqua contenente una dose notabile di qualche sale, giacchè allora è molto più conduttrice, e di 3 in 4 linee per l' acqua semplice.

Sperienza I.

Comincio dunque a far le prove con riempire il tubo ripiegato che sta da se, o i due tubi che

stanno nel bicchiero di acqua impregnata di muriato di soda (sal comune) tantochè si senta anche dalla lingua molto salata; e con introdurvi uno quà, l' altro di là, ne' capi cioè opposti, due fili d' oro piuttosto grossi, o ripiegati più volte se sono molto sottili, e meglio ancora che d' oro, di platina, che trovo in molte di tali sperienze più adatta. Sottoponendo ora un tal apparatino all' azione dell' elettro-motore nella solita maniera, veggio comparir tosto lo sviluppo dei gas attorno ai respettivi fili metallici, tanto più copioso, quanto è l' elettro-motore più attivo, ma pure copioso abbastanza anche quando sia desso composto di soli otto o dieci gruppi di rame, zinco, ed acqua salata, sol che trovisi nel migliore stato. Passato un' ora, o meno, talvolta passati pochi minuti, od un minuto solo, secondo la forza dell' elettro-motore, ecco già comparire qualche segno di alcali libero nell' acqua, in cui pescando il filo metallico comunicante al polo negativo, si è svolto e continua a svolgersi gas idrogeno; e nell' altra acqua, in cui pescando il filo di platina comunicante al polo positivo, e dalla quale svolgesi gas ossigeno, comparire, se non così tosto, poco dopo dell' acido muriatico ossigenato parimenti libero, oltre quello che ha potuto intaccare la platina, di che vi appare qualche segno. Che se l' alcali non è ancora sensibile al gusto, lo è alla prova di alcune tinture; l' acido poi si manifesta meno equivocamente per quello che è, e più fortemente, all' odor suo proprio pungentissimo, al sapore, allo scolorare piuttosto che volgere in rosso le tinture di fiori d' alcea, di turnesole ec., al

precipitare in bianco coagulo il nitrato d' argento ec.

Continuando a star sottoposto l' apparato all'azione dell' elettro-motore per delle ore, cresce notabilmente la quantità sì dell' acido che dell' alcali libero ne' respettivi tubi, tanto che viene accusato l' alcali (la soda) anche dal sapore amaro lissiviale, e l' acido muriatico ossigenato, quando non sia stato troppo esposto alla luce, è marcatissimo e pungente a segno da non potersene soffrire l' odore e il sapore, e da decolorare intieramente le tinture, ec. In fine crescono cotanto l' uno e l' altro a capo di sei ore, e meglio di una notte intiera, ove continui tutto questo tempo l' apparato a sentire l' azione dell' elettro-motore, e a svolgersi quindi i gas attorno i fili pescanti ne' respettivi tubi, che l' un' acqua sentesi dalla lingua solamente alcalina, e nulla più salata com' era dapprima; l' altra solamente acida al maggior segno, e di quel tal acido penetrantissimo.

In somma è scomparso, non so in qual modo ancora, si è o distrutto, od estinto, o reso come che sia latente nell' acqua impregnata di muriato di soda, quì, cioè in quella del tubo comunicante al polo positivo dell' elettro-motore, l' alcali; e ciò in conseguenza dello svolgimento da essa dell' ossigeno, del quale, mentre una parte si è unita al calorico, ed ha preso con ciò la forma di gas, un' altra parte, entrando in qualche altra combinazione, ha potuto soffocare, o sopire in alcun modo esso alcali, o snervarlo almeno; ed una parte ancora considerabile combinandosi all' acido muriatico lo ha reso ossigenato; là, cioè nell' altro tubo comunicante al polo negativo è scomparso l' acido, in virtù

dello svolgimento dell' idrogeno, di cui se una gran parte è comparsa in forma di gas, è verosimile almeno che un' altra parte si sia impiegata a disossigenare, od a smorzare, o sopire in qualsisia modo cotal acido, onde l' alcali abbia potuto comparir dominante.

SPERIENZA II.

Ripeto la prova, colla sola differenza, che l' acqua è pochissimo salata, a segno che la lingua può appena sentirne il sapore, e distinguerla dall' acqua comune schietta: e il tutto succede presso a poco come nella precedente sperienza per i primi minuti, ed anche per qualche ora; ma ottenuta a capo di non molte ore, e talvolta d' un' ora sola, od anche meno, una picci ola quantità di acido muriatico più o meno ossigenato, secondo le circostanze, da una parte, e di alcali minerale (soda) dall' altra, quantità che corrisponde, come pare, alla dose di muriato che quell' acqua teneva in dissoluzione, non s' accresce più nè tal acido nè tal alcali per quanto continui l' azione vigorosa dell' elettro-motore, e lo sviluppo copioso dei gas dall' acqua involgente i respettivi fili metallici, per quanto continui, dico, più e più ore, e giorni intieri.

SPERIENZA III.

Diminuisco ancora la quantità del muriato di soda, non ponendone che un danaro in 200, 400, 600 di acqna sufficientemente pura, che scelgo per-

ciò distillata o piovana. Or da quest' acqua con così poco di sale, che punto non se ne sente alla lingua il sapore, ma che però produce un precipitato sensibilissimo nel nitrato d' argento, ottengo, sottoponendola alla prova, gli stessi fenomeni sul principio; se non che men copioso fassi lo svolgimento dei gas, per essere cotal acqua quasi pura assai meno conduttrice, coibente cioè, ossia ritardante la corrente elettrica assai più dell' acqua sensibilmente salata, come con cento altre prove ho verificato. Intanto però compajono, e l' acido muriatico ossigenato, e l' alcali ai rispettivi loro luoghi; solamente compajono un poco più tardi, e comparsi che sono in quella quantità che corrisponde alla scarsa dose di muriato posto in quell' acqua, non ne compare di più per quanto continui per ore e giorni il giuoco dello sviluppo dei respettivi gas.

SPERIENZA IV.

Prendo ora acqua semplice di pozzo o di fontana. Questa rassomiglia alle precedenti, cioè all' acqua distillata, o piovana, a cui ho fatto sciogliere $\frac{1}{400}$, $\frac{1}{600}$ più o meno di muriato; vi rassomiglia in quanto non accenna un tal sale al palato, ma sibbene colla prova del nitrato d' argento, che precipita più o meno in bianco coagulo. Ebbene, i fenomeni che presenta quest' acqua sottoposta come l' altra all' azione dell' elettro-motore sono gli stessi stessissimi.

SPERIENZA V.

Passo finalmente a far uso di acqua piovana, o di acqua distillata, la quale, non che essere insipida, non precipiti punto, e neppure imbianchi od annuvoli la soluzione di nitrato d' argento; per giungere al qual grado di purezza vuol essere la seconda distillata a dovere, e di recente, altrimenti darà ancora cimentata con questo sì potente reattivo qualche segno, e indicherà di contenere pur qualche atomo di acido muriatico. Quanto all' acqua piovana l' ho trovata spesso più pura della comune distillata per avventura negligentemente, o da un pezzo, e non troppo bene custodita. Or come si comporta cotal acqua, la più pura che ottener si possa, sottoposta all' azione dell' elettro-motore come le altre acque quì sopra? Primieramente rallenta essa, per essere cattivissimo conduttore, la corrente elettrica in modo, che l' elettro-motore, malgrado un tal arco, che comunica ai suoi due poli, e compie il circolo, dà segni all' elettrometro poco men forti, e così ancora scosse di quasi egual polso, come se esso arco non vi fosse. Per tal rallentameuto della corrente elettrica ben poco lavorano i fili metallici entro a quell' acque, e se i tubi ov' è contenuta non sono un poco larghi, e l' elettro-motore molto potente, non si svolgono bolle intorno ad essi fili, o poche, e a stento. Conseguentemente, o non compare punto nè di acido, nè di alcali in questo, e in quel tubo, o pochissimo dopo lungo tempo; e resta poi sempre pochissimo, durasse l' azione non dirò ore, ma giorni e settimane.

Questo pochissimo però d' onde viene, se nell'acqua creduta purissima non vi era neppur un atomo di sal muriatico? Ma quì sta il tutto, di provare cioè che non ve ne fosse punto punto, il che se non si prova evidentemente, se rimane qualche sospetto, che pur se ne trovasse qualche atomo nell' acqua piovana o distillata messa alla prova, come avanzare, non dirò con sicurezza, ma neppure con probabilità, che l' acido muriatico in un tubo, l' alcali nell' altro sian formati della sostanza medesima dell' acqua? Altronde se lo fossero, se essa acqua tutta, cioè le sue molecole proprie, od alcune soltanto, accrescendosi o diminuendosi la dose dell' uno o dell' altro de' suoi principj costituenti, si convertissero in acido muriatico sia ossigenato sia comune in un tubo, e in alcali nell' altro, perchè ne comparirebbe una dose tanto minima nell' acqua distillata, incomparabilmente minore cioè che nell' acqua comune, e nell' altr' acque, che sappiam contenere un poco di muriato? Sia pure che nell' acqua pura, perchè cattivo conduttore, proceda d'ordinario molto lentemente lo sviluppo quì dell' ossigeno, là dell' idrogeno; ma può adoperarsi un elettro-motore di tanta forza, che compajano abbastanza frequenti le bolle attorno ai due fili metallici, e può continuarsi a molte ore e giorni un tal giuoco nell' istessa acqua rinchiusa ne' due tubi; e con tutto questo saranno ancor minime le quantità di acido e di alcali che compariranno.

Quanto dunque è più naturale il pensare che compaja svolgendosi quel pochissimo dell' uno e dell' altro che già vi era; e quanto una tal supposi-

zione si accorda colla difficoltà che vi deve essere di ridurre, siccome ogn' altra sostanza, così pure l' acqua ad una purezza somma assoluta?

Del resto quando io trovo che con molto muriato messo a bella posta nell' acqua ottengo sotto l' azione dell' elettro-motore molto acido muriatico ossigenato, con poco ne ottengo poco, con pochissimo ne ottengo pochissimo, come nelle sopra riferite sperienze istituite per un tal paragone, sono abbastanza autorizzato ad inferirne che sta in proporzione del sale preesistente nell' acqua l' acido che diventa libero, ed a concludere quindi che anche l' acqua piovana o distillata, che ne mette fuori un minimo, ne contenesse pure qualche atomo: il che basta. Resta però a spiegare, non solo riguardo a quest' ultima sperienza, ma riguardo a tutte le precedenti, come tenendo l' acqua dapprima in dissoluzione, non l' acido o l' alcali libero, ma un muriato perfettamente neutro, compaja poi e l' uno e l' altro libero ne' respettivi tubi. Come mai diviene in quello predominante l' acido, in questo l' alcali? Cosa diviene dunque, o cosa patisce là l' alcali per l' ossigeno che si svolge da quell' acqua, quì l' acido per lo svolgimento dell' idrogeno; giacchè vengono come spenti o sopiti? Quale o combinazione, o decomposizione soffron essi? Queste ed altre sono le questioni a cui fin da principio hò confessato che non sono peranco in grado di rispondere, e sulle quali vo meditando nuove sperienze e tentativi per risolvere.

Fine della Parte II. del Tomo II.

INDICE

DELLE MATERIE CONTENUTE IN QUESTA SECONDA PARTE DEL TOMO SECONDO

		ERRORI	CORREZIONI
T. I. P. I.			
Pag. 112	ver. 4	questo	questa
137	12	del cornice	della cornice
139	22	a un gran tavolo	ad una gran tavola
177	14	attivttà	attività
192	15	sicuramenre	sicuramente
254	15	inalzo	in alto
T. I. P. II.			
Pag. 43	ver. 24	bel	del
55	21	patto	piatto
132	21	osu	suo
227	21	rapporto	rapporti
237	15	rapposti	rapporti
249	2	nasconda	nasconde
344	12	accadano	accadono
345	9	mantengano	mantengono
371	13	elettrità	elettricità
398	12	ramandavano	rimandavano
459	21	seco	secco.
T. II. P. I.			
Pag. 79	ver. 15	inconcepilmente	inconcepibilmente
233	18. 19	sten-stendardi	stendardi
262	4	eccicatrice	eccitatrice
T. II. P. II.			
Pag. 76	ver. 14	manifesa	manifesta
100	19	humidité	humeur
110	5	tiève	tiede
114	18	cur	car
117	1	eire	cire
118	16. 17	prinpe	principe
129	20	peu	put
ivi	27	graud	grand
137	1	GG	SS

Fig. 1.
A Z a
Fig. 2.
a m A
Fig. 3.
A a
Fig. 4.
A a a
Fig. 5.
a B B
Fig. 6.
C C b b
Fig. 7.
A a a M
Fig. 8.
Z A a Z
Fig. 9
A a Z z r
Fig. 10.
A a a Z Z r
Fig. 11.
A Z a r A Z
Fig. 12.
A p p z z p r p
Fig. 13.
Z p A Z p r p
Fig. 14.
A p Z a A Z p p r
Fig. 15.
A p A p Z r p
Fig. 16.
Z p A p Z r p
Fig. 17.
p A p Z r p
Fig. 18.
A p Z a a Z A p p r
Fig. 19.
M M b r b a
Fig. 20.
s t m
Fig. 21.
t s n m

Fig. 1.
a
a
a
a
A
Z A
Z A
Z A
Z
Fig. 2.
m m m m
Fig. 3.
c c
b
b
b
Fig. 4.
c c c c
b
b
Fig. 5.
T
X X
S T
S
B
B
Fig. 2.